

**UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA**



**FACULTAD DE CIENCIAS DEL DEPORTE  
(TOLEDO)**

**DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA DE LA EXPRESIÓN MUSICAL, PLÁSTICA Y  
CORPORAL**

***Programa de Doctorado Educación Física: Nuevas Perspectivas***

---

**LOS TRATAMIENTOS QUÍMICOS DEL AGUA EN PISCINAS CUBIERTAS  
COMO ELEMENTO CLAVE EN LA GESTIÓN DE LA INSTALACIÓN Y LA SALUD  
DE NADADORES Y TRABAJADORES**

---



Tesis Doctoral presentada por:  
D. Álvaro Fernández Luna

Dirigida por:  
Dra. D<sup>a</sup>. Leonor Gallardo Guerrero  
Dr. D. Pablo Burillo Naranjo  
Dr. D. Ignacio Ara Royo



A Ana Rosa, Javier, Enrique, Cándida y Primitivo.





**Dra. D<sup>a</sup>. Leonor Gallardo Guerrero**, Profesora Titular de la Universidad de Castilla-La Mancha en la Facultad de Ciencias del Deporte de Toledo,

Certifica

Que el trabajo de Tesis Doctoral desarrollado por el Licenciado Álvaro Fernández Luna, **Los Tratamientos Químicos del Agua en Piscinas Cubiertas como Elemento Clave en la Gestión de la Instalación y la Salud de Nadadores y trabajadores**, ha sido realizado bajo mi dirección. En mi opinión, reúne los requisitos para proceder a iniciar los trámites pertinentes para la Comisión de Doctorado de la Universidad de Castilla-La Mancha y su posterior defensa ante tribunal.

Y para que conste, expido la presente certificación en Toledo, a 25 de Octubre de 2012.

Fdo. Dra. D<sup>a</sup>. Leonor Gallardo Guerrero





**Dr. D. Pablo Burillo Naranjo**, Profesor de la Universidad Camilo José Cela en el Instituto de Ciencias del Deporte.

Certifica

Que el trabajo de Tesis Doctoral desarrollado por el Licenciado Álvaro Fernández Luna, **Los Tratamientos Químicos del Agua en Piscinas Cubiertas como Elemento Clave en la Gestión de la Instalación y la Salud de Nadadores y trabajadores**, ha sido realizado bajo mi dirección. En mi opinión, reúne los requisitos para proceder a iniciar los trámites pertinentes para la Comisión de Doctorado de la Universidad de Castilla-La Mancha y su posterior defensa ante tribunal.

Y para que conste, expido la presente certificación en Toledo, a 25 de Octubre de 2012.

Fdo. Dr. D. Pablo Burillo Naranjo







Dr. D. Ignacio Ara Royo , Profesor Titular de la Universidad de Castilla-La Mancha en la Facultad de Ciencias del Deporte de Toledo,

Certifica

Que el trabajo de Tesis Doctoral desarrollado por el Licenciado Álvaro Fernández Luna, **Los Tratamientos Químicos del Agua en Piscinas Cubiertas como Elemento Clave en la Gestión de la Instalación y la Salud de Nadadores y trabajadores**, ha sido realizado bajo mi dirección. En mi opinión, reúne los requisitos para proceder a iniciar los trámites pertinentes para la Comisión de Doctorado de la Universidad de Castilla-La Mancha y su posterior defensa ante tribunal.

Y para que conste, expido la presente certificación en Toledo, a 25 de Octubre de 2012.

Fdo. Dr. D. Ignacio Ara Royo



Los resultados obtenidos en las investigaciones realizadas para esta tesis doctoral se han utilizado para la elaboración y envío de los siguientes artículos a revistas científicas con índice de impacto JCR.

Título	Revista	Estado
<b>RESPIRATORY FUNCTION AND LUNG EPITHELIAL CHANGES AFTER A SHORT TRAINING INTERVENTION IN CHLORINATED VS. OZONE INDOOR POOLS</b>	Respiratory Medicine (factor de impacto 2,47)	En Revisión
<b>CONCENTRACIÓN DE CLORO EN EL AIRE INTERIOR DE LAS PISCINAS CUBIERTAS DE CASTILLA-LA MANCHA Y SUS EFECTOS EN LA SALUD DE LOS TRABAJADORES A PIE DE PISCINA</b>	Gaceta Sanitaria (factor de impacto 1,31)	Segunda Revisión
<b>EFFECTOS DE LOS TRATAMIENTOS QUÍMICOS UTILIZADOS EN PISCINAS CUBIERTAS SOBRE LA FUNCIÓN RESPIRATORIA DEL NADADOR</b>	Revista Panamericana de Salud Pública (factor de impacto 0,87)	En Revisión
<b>SALUD PERCIBIDA EN PISCINAS CUBIERTAS: TRATAMIENTOS TRADICIONALES VS. ALTERNATIVOS</b>	Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte (factor de impacto 0,26)	En Revisión
<b>HEALTH PROBLEMS PERCEPTION IN CHLORINATED INDOOR SWIMMING POOLS.</b>	Journal of Sport and Health Research (factor impacto IN-RECS 0,081)	Publicado: Journal of sport and health research 3(3):203-210



## **AGRADECIMIENTOS**



## Agradecimientos

*Me gustaría agradecer en primer lugar a la Dra. Leonor Gallardo, por haber confiado en mí y haber contado todo su apoyo desde el inicio de la investigación. Me ha enseñado mucho durante este periplo y todavía tengo mucho que aprende de la gran persona que es.*

*Agradezco de todo corazón al Dr. Pablo Burillo, su ayuda constante y su paciencia, además de sentirme orgulloso de poder llamarlo Amigo y de enseñarme que lo más importante siempre son las personas.*

*Al Dr. Ignacio Ara por su dedicación, ayuda, y por exigirme (y enseñarme) tanto haciéndolo siempre con una sonrisa.*

*A los miembros y amigos del Grupo IGOID, Felipe, María, Javi y Jorge que me han demostrado el significado de trabajar con los mejores, nunca podré dejar de agradeceros vuestra ayuda y los buenos y malos momentos que hemos pasado juntos.*

*A todos los que me han ayudado en este difícil camino: María Martín, Enrique Colino, Esther Ubago, Marta García, Esther Moraleda, Ricardo Mora, Juan Fernando Ortega, Valentín Fernández, Nassin Hamouti, Alberto Noheda, David García, Joaquín Cornejo, Joaquín Calatayud, Fernando Calatayud, Jaime Moreno, Fátima Téllez, Vicente Caravantes, Antonio Cifuentes, Antonio Muñoz...Os debo una.*

*A mis tíos José y Manuela, que me han dado ánimos desde el principio y también son una parte muy importante de esta tesis. Así como a mis tíos y primos de Valdepeñas, por estar ahí cuando más lo hemos necesitado.*

*A mis nuevos compañeros de la Facultad de Ciencias del Deporte de la Universidad Europea de Madrid, por su amabilidad desde mi primer día, y por darme la oportunidad de unirme a su gran equipo de trabajo.*

*También me gustaría mostrar un especial agradecimiento a todos los Patronatos, Empresas y Servicios Deportivos Municipales que han colaborado facilitándome el acceso a sus instalaciones además de cualquier información que necesitara. Así como a todos los voluntarios. Sin ellos este estudio nunca podría haberse llevado a cabo.*

Álvaro





## **RESUMEN**



## **RESUMEN**

**Antecedentes:** La asistencia a las piscinas cubiertas de trabajadores y nadadores conlleva una exposición a cloro gas y subproductos de desinfección (SPD) generados a través del cloro y bromo. La exposición a estos productos se encuentra asociada a numerosos problemas de salud. Existen tratamientos de agua alternativos como el ozono, ultravioleta y cloración salina que además de reducir la presencia de estos productos en el agua y ambiente de la piscina, pueden mejorar la gestión de la instalación produciendo un menor impacto en los materiales y una reducción en el aporte de sustancia química al agua.

**Método:** Para evaluar las características de los tratamientos químicos utilizados en piscinas cubiertas se entrevistó a encargados de mantenimiento de piscinas con diferentes tratamientos químicos (n=15). La evaluación de problemas de salud se realizó a través de un cuestionario a usuarios (n=1001) y trabajadores a pie de piscina (n=230) (socorristas y monitores/entrenadores) en 20 piscinas cubiertas. Además se llevó a cabo un estudio experimental, comparando los posibles efectos adversos en el aparato respiratorio de un programa de natación en adultos en dos piscinas con diferentes tratamientos químicos: ozono (n=13) y cloro (n=13), incluyendo un grupo control sin exposición (n=13). Para ello se analizó la concentración de dos proteínas plasmáticas indicadoras de la integridad del epitelio pulmonar (CC16 y SP-D), y se llevó a cabo una medición de los volúmenes espiratorios forzados antes y después del programa.

**Resultados:** Los encargados de mantenimiento manifestaron en su mayoría la mayor efectividad de los tratamientos alternativos, así como ventajas entre las que destacan una mejor gestión y una reducción de aporte químico al agua. Los usuarios y trabajadores a pie de piscina de las instalaciones de cloro y/o bromo obtuvieron una satisfacción más baja, además de percibir con mayor frecuencia olor químico y los problemas de salud irritación ocular, problemas respiratorios (tos, bloqueo, irritación de garganta), auditivos (dolor u otitis externa) y cutáneos (irritación de piel, prurito, eczema, sequedad). Por otra parte, el programa de natación en adultos tuvo efectos positivos en la función respiratoria de las dos poblaciones estudiadas (nadadores de cloro vs. nadadores de ozono), encontrándose una un efecto agudo sobre la permeabilidad del epitelio pulmonar de los nadadores de cloro a través del biomarcador en plasma sanguíneo CC16 tras el periodo de exposición.

**Conclusión:** Los tratamientos químicos alternativos o combinados (ozono, ultravioleta y electrolisis salina) generan una mayor satisfacción y una menor percepción de problemas de salud en trabajadores y usuarios en piscinas cubiertas. El incremento de la permeabilidad de la barrera del epitelio pulmonar en los nadadores de una piscina de cloro tras un programa de natación respecto a otra de ozono puede indicar un menor impacto de los tratamientos químicos combinados en la salud respiratoria del nadador.

## **ABSTRACT**

**Background:** Attendance at indoor swimming pools involves exposure to chlorine gas and disinfection byproducts (DBPs) generated through chlorine and bromine. Exposing to these products is associated to numerous health problems. There are alternative water treatments such as ozone, UV and salt chlorination. These treatments reduce the presence of DBPs in pool water and environment, and they can also improve the management of the facility.

**Method:** To evaluate the characteristics of the chemical treatments used in indoor swimming pools, we interviewed pool maintenance managers whose use different chemical treatments (n = 15). The assessment of health problems was carried out through a questionnaire to users (n = 1001) and pool workers (n = 230) (lifeguards and instructors / coaches) in 20 indoor pools. It was made an experimental study comparing the potential adverse effects on the respiratory system, after an adult swimming program in two pools with different chemical treatments: ozone (n = 13) and chlorine (n = 13), including a group control without exposure (n = 13). The test made consisted in analyze the concentration of two plasma proteins indicative of pulmonary epithelial integrity (CC16 and SP-D), and a measurement of forced expiratory volumes before and after the program.

**Results:** Mostly of the maintenance managers rated positively the alternative treatment effectiveness and advantages. Among which are better management and reduced chemical contribution to water. Users and pool workers from chlorine and / or bromine swimming pools obtained a lower satisfaction, perceived more often chemical odor and health problems such as eye irritation, respiratory problems (cough, blockage, sore throat) , ear (otitis or pain) and cutaneous (skin irritation, itching, eczema, dryness). Moreover, the adult swimming program produced positive effects on the respiratory function of the two populations (swimmers vs. chlorine. Swimmers ozone), but a acute effect on lung epithelial permeability of chlorine pool swimmers through biomarker in blood plasma CC16 were found.

**Conclusion:** The combined or alternative chemicals treatments (ozone, UV and salt chlorination) produce greater satisfaction and a lower perception of health problems for workers and users in indoor pools. The increased permeability of the pulmonary epithelial barrier in chlorine pool swimmers after a swimming program may indicate a smaller impact of combined chemical treatments such ozone in swimmer's respiratory health.

## **ÍNDICE DE CONTENIDOS**



**INTRODUCCIÓN GENERAL..... 3**

**PRIMERA PARTE: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

**CAPÍTULO I. Las piscinas cubiertas y su mantenimiento. Los tratamientos químicos**

**1. Introducción..... 11**

**1.1. Historia de las piscinas cubiertas ..... 11**

**1.2. Historia de los tratamientos físico-químicos del agua ..... 13**

**1.3. Esquema resumen del tratamiento del agua de agua en piscinas cubiertas..... 14**

**1.4. El tratamiento Físico ..... 15**

    1.4.1. La filtración ..... 16

    1.4.2. Tipos de filtros utilizados..... 17

**1.5. El tratamiento químico. Tipos de tratamientos químicos utilizados en la actualidad ..... 17**

    1.5.1. El cloro: características, ventajas e inconvenientes de su uso en piscinas ..... 19

    1.5.2. El bromo: características, ventajas e inconvenientes de su uso en piscinas ..... 20

    1.5.3. Electrólisis salina: características, ventajas e inconvenientes de su uso en piscinas..... 21

    1.5.4. Ozono: características, ventajas e inconvenientes de su uso en piscinas 22

    1.5.5. Radiación Ultravioleta: características, ventajas e inconvenientes de su uso en piscinas..... 23

    1.5.6. Otros tratamientos alternativos: Ionización cobre- Plata, Peróxido de Hidrógeno..... 24

**1.6. Normativa aplicable a los tratamientos químicos en piscinas cubiertas en España ..... 25**

1.6.1. Decretos de condiciones higiénico-sanitarias en piscinas y Reales Decretos de Instalaciones Térmicas en Edificios .....	25
1.6.2. Documentos del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo sobre piscinas cubiertas.....	29
<b>1.7. Alternativas futuras de los tratamientos químicos en piscinas. I+D aplicado a la desinfección de agua y piscinas ecológicas.....</b>	<b>30</b>
<b>CAPÍTULO II. Efectos en la salud en usuarios y trabajadores de los compuestos químicos utilizados en la desinfección del agua de piscinas cubiertas</b>	
<b>2. Introducción .....</b>	<b>35</b>
<b>2.1. Principales sustancias nocivas para la salud resultantes del proceso de desinfección química .....</b>	<b>35</b>
2.1.1. Subproductos de desinfección (SPD) .....	35
2.1.2. Cloro en el aire de la instalación .....	36
<b>2.2. Efectos en la Salud de usuarios y trabajadores de los compuestos químicos utilizados en la desinfección del agua en piscinas cubiertas.....</b>	<b>38</b>
2.2.1. Efectos en el aparato respiratorio. ....	38
2.2.1.1. Métodos de Evaluación de la función respiratoria y el daño pulmonar .....	38
2.2.1.2. Problemas respiratorios asociados a los tratamientos químicos de piscinas cubiertas en diferentes poblaciones .....	44
2.2.2. Efectos oculares .....	53
2.2.3. Efectos dermatológicos.....	53
2.2.4. Efectos en el aparato auditivo.....	54
2.2.5. Otros efectos en la salud. ....	55
2.2.5.1. Efectos Dentales.....	55
2.2.5.2. Efectos genéticos.....	55



**SEGUNDA PARTE: ANÁLISIS EMPÍRICO**

**CAPÍTULO III. Planteamiento del problema de investigación**

**3.1. Planteamiento del problema** ..... 61

**3.2. Objetivos e hipótesis de la investigación** ..... 62

    3.2.1. Estudio 1. Análisis de las características de los tratamientos químicos según los encargados de mantenimiento de piscinas cubiertas..... 62

    3.2.2. Estudio 2. Problemas de Salud percibidos por usuarios y trabajadores a pie de piscina en piscinas cubiertas de Castilla-La Mancha y Madrid..... 62

    3.2.3. Estudio 3. Cambios a corto plazo de la función y permeabilidad pulmonar de nadadores en piscinas con diferentes tratamientos (Cloro vs. Ozono)..... 64

**3.3. Método de la investigación**..... 64

**CAPÍTULO IV. Estudio 1: Análisis de las características de los tratamientos químicos según los encargados de mantenimiento de piscinas cubiertas. Métodos y Resultados**

**4.1. Método de la investigación**..... 69

    4.1.1. Generación de la teoría fundamentada ..... 70

    4.1.2. Validez y fiabilidad de la investigación..... 71

        4.1.2.1. Validez de la investigación ..... 71

        4.1.2.2. Fiabilidad de la investigación ..... 72

**4.2. Participantes** ..... 73

**4.3. Instrumento de recogida de datos** ..... 74

    4.3.1. Validez del instrumento ..... 74

        4.3.1.1. Validez de Contenido ..... 74

        4.3.1.2. Validez de constructo ..... 75

        4.3.1.3. Validez de Criterio ..... 75

    4.3.2. Fiabilidad del instrumento ..... 75

    4.3.3. Entrevista final ..... 76

4.3.4. Tipo de preguntas del instrumento de investigación.....	76
<b>4.4. Técnicas de investigación.....</b>	<b>76</b>
<b>4.5. Recursos materiales.....</b>	<b>80</b>
<b>4.6. Presentación de los resultados.....</b>	<b>81</b>
4.6.1. Resultados dimensión formación continua.....	81
4.6.2. Resultados dimensión planificación y gestión.....	82
4.6.3. Resultados dimensión satisfacción.....	85
4.6.4. Resultados dimensión problemas de salud.....	87
<b>CAPÍTULO V. Estudio 2: Problemas de Salud percibidos por usuarios y trabajadores a pie de piscina en piscinas cubiertas de Castilla-La Mancha y Madrid. Métodos y Resultados.</b>	
<b>5.1. Diseño de la investigación.....</b>	<b>99</b>
<b>5.2. Población y objeto de estudio.....</b>	<b>99</b>
<b>5.3. Muestra.....</b>	<b>100</b>
5.3.1. Cálculo del tamaño de la muestra.....	100
5.3.2. Diseño muestral.....	104
5.3.3. Características de la muestra.....	105
<b>5.4. Variables del estudio.....</b>	<b>106</b>
<b>5.5. Instrumentos.....</b>	<b>108</b>
5.5.1. Construcción del cuestionario.....	109
5.5.2. Valoración del cuestionario.....	111
5.5.3. Análisis de los datos.....	112
<b>5.6. Procedimiento de la investigación.....</b>	<b>113</b>
<b>5.7. Presentación de los resultados.....</b>	<b>113</b>
5.7.1. Resultados en Usuarios.....	113
5.7.1.1. Estudio Descriptivo de las variables nominales y métricas.....	113

5.7.1.2. Diferencias entre grupos categóricos en función de las variables nominales ..... 116

5.7.1.3. Diferencias entre grupos categóricos en función de las variables numéricas ..... 120

5.7.1.4. Relaciones entre variables y modelo de regresión. .... 132

5.7.2. Resultados en Trabajadores a pie de piscina ..... 133

5.7.2.1. Estudio Descriptivo de las variables nominales y métricas ..... 133

5.7.2.2 Diferencias entre grupos categóricos en función de las variables nominales ..... 136

5.7.2.3. Diferencias entre grupos categóricos en función de las variables numéricas ..... 137

5.7.2.4. Relaciones entre variables y modelo de regresión ..... 143

5.7.3. Diferencias entre usuarios y trabajadores a pie de piscina. .... 145

**CAPÍTULO VI. Estudio 3: Cambios a corto plazo de la función respiratoria y permeabilidad pulmonar de nadadores en piscinas con diferentes tratamientos (Cloro vs. Ozono). Métodos y Resultados**

**6.1. Diseño metodológico** ..... 149

**6.2. Muestra** ..... 149

6.2.1. Instalaciones ..... 149

6.2.2. Participantes ..... 150

**6.3. Descripción de los test y pruebas realizados** ..... 150

6.3.1. Función Respiratoria ..... 150

6.3.2. Daño del epitelio pulmonar ..... 151

6.3.3.1. Preparación de las concentraciones estándar, controles de calidad y muestras ..... 152

6.3.3.2. Procedimiento del ensayo. .... 153

6.3.3.3. Lectura de las microplacas ..... 156

6.3.3. Cuestionario de salud ..... 156

6.3.4. Parámetros de calidad en piscinas .....	156
<b>6.4. Definición de las variables .....</b>	<b>156</b>
<b>6.5. Instrumentos de recogida de datos y materiales utilizados .....</b>	<b>157</b>
<b>6.6. Análisis de los datos .....</b>	<b>158</b>
<b>6.7. Procedimiento de la investigación .....</b>	<b>158</b>
6.7.1. Programa de entrenamiento y valoración de parámetros de calidad en las piscinas.....	158
6.7.2. Día de pruebas .....	159
<b>6.8. Presentación de los resultados .....</b>	<b>159</b>
6.8.1. Características de las piscinas .....	159
6.8.2. Encuesta de problemas de salud .....	160
6.8.3. Cambios en los volúmenes y flujos pulmonares antes y después del programa de entrenamiento .....	160
6.8.3. Cambios en las concentraciones en plasma sanguíneo de las proteínas surfactantes CC16 y SP-D antes y después del programa de entrenamiento .	162

**TERCERA PARTE: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

**CAPÍTULO VII: Discusión de los resultados**

<b>7. Introducción .....</b>	<b>169</b>
<b>7.1. Discusión del estudio 1: Análisis de las características de los tratamientos químicos según los encargados de mantenimiento de piscinas cubiertas .....</b>	<b>169</b>
7.1.1. Dimensión formación continua .....	169
7.1.2. Dimensión planificación y gestión .....	170
7.1.3. Discusión dimensión satisfacción .....	174
7.1.4. Discusión dimensión problemas de salud.....	175

<b>7.2. Discusión del estudio 2: Problemas de Salud percibidos por usuarios y trabajadores a pie de piscina en piscinas cubiertas de Castilla-La Mancha y Madrid</b> .....	179
7.2.1. Discusión de los resultados de la muestra de Usuarios .....	179
7.2.1.1. Discusión de los resultados descriptivos de las variables métricas y nominales. Diferencias entre los grupos categóricos en función de las variables nominales.....	179
7.2.1.2. Diferencias en las variables métricas en función de los tratamientos químicos utilizados en la piscina.....	180
7.2.1.3. Discusión del estudio comparativo entre variables métricas en función del resto de variables categóricas .....	182
7.2.1.4. Discusión relaciones entre variables y modelo de regresión .....	183
7.2.2. Discusión de los resultados del estudio de Trabajadores a pie de piscina. ....	184
7.2.2.1. Discusión de los resultados descriptivos de las variables métricas y nominales. Diferencias entre los grupos categóricos en función de las variables nominales.....	184
7.2.2.2. Diferencias en las variables métricas en función de los tratamientos químicos utilizados en la piscina.....	185
7.2.2.3. Discusión del estudio comparativo en función del resto de variables categóricas.....	186
7.2.2.4. Discusión de las Relaciones entre variables y modelo de regresión .....	188
7.2.3. Discusión de las diferencias entre los usuarios y trabajadores a pie de piscina .....	188
<b>7.3. Discusión del estudio 3: Cambios a corto plazo de la función respiratoria y permeabilidad pulmonar de nadadores en piscinas con diferentes tratamientos (Cloro vs. Ozono)</b> .....	189

**CAPÍTULO VIII: Conclusiones**

**8. Introducción** ..... 195

**8.1. Contraste de las hipótesis planteadas** ..... 195

**8.2. Conclusiones de los estudios** ..... 199

    8.2.1. Estudio 1: Análisis de las características de los tratamientos químicos según los encargados de mantenimiento de piscinas cubiertas ..... 199

    8.2.2. Estudio 2: Problemas de Salud percibidos por usuarios y trabajadores a pie de piscina en piscinas cubiertas de Castilla-La Mancha y Madrid. Métodos y Resultados..... 201

    8.2.3. Estudio 3: Cambios a corto plazo de la función respiratoria y permeabilidad pulmonar de nadadores en piscinas con diferentes tratamientos (Cloro vs. Ozono). ..... 203

**8.3. Conclusiones Prácticas**..... 204

**8.4. Limitaciones de las investigaciones** ..... 205

**8.5. Futuras líneas y perspectivas de investigación** ..... 206

**CAPÍTULO IX. Referencias Bibliográficas**..... 207

**ÍNDICE DE FIGURAS** ..... 223

**ÍNDICE DE TABLAS** ..... 228

**ANEXOS** ..... 235

## **INTRODUCCIÓN**

*El comienzo de todos los saberes es la admiración ante el hecho de que las cosas sean como son.*

Aristóteles





La natación competitiva y recreativa ha sufrido una evolución importante en las últimas décadas, debido a la apertura masiva de piscinas y centros acuáticos cubiertos. Esto ha favorecido, por un lado, la práctica de la natación durante todo el año y, por otro, el acceso a dichas instalaciones a todo tipo de público. El crecimiento en el uso de instalaciones acuáticas se ha producido en parte gracias a los beneficios que la práctica regular de la natación puede tener sobre la salud de las personas. El agua ofrece distintas ventajas: favorece el movimiento de las extremidades, disminuye el efecto de compresión de la columna vertebral durante su práctica, provoca un aumento del gasto calórico... Estas ventajas son más acusadas entre grupos de población aquejados de enfermedades crónicas musculoesqueléticas, respiratorias, degenerativas, y también se benefician las personas con problemas de obesidad.

En relación con la práctica de la natación, uno de los elementos de mayor controversia en el seno de la comunidad científica durante la última década, es el tratamiento químico del agua utilizado en este tipo de instalaciones, que en la actualidad, y principalmente debido a su menor coste, continúa basándose mayoritariamente en el uso del cloro y sus derivados, común en España y en la mayoría de países desarrollados. El tratamiento químico es necesario para eliminar bacterias, evitar infecciones y proporcionar una buena apariencia al agua. Sin embargo, en los últimos años se ha comenzado a cuestionar las posibles consecuencias de utilizar el cloro a causa de la probabilidad de que aumente el riesgo de sufrir determinadas perjuicios para la salud del usuario.

Numerosos estudios han observado que existe relación directa entre la práctica de la natación en instalaciones en que se usa cloro con el riesgo de padecer ciertas patologías del aparato respiratorio, irritaciones en mucosas, en la piel e incluso con efectos mutagénicos. En la actualidad existen alternativas a la desinfección con cloro. Los métodos más conocidos son los basados en el bromo y el peróxido de hidrógeno, si bien algunos autores mantienen que éstos pueden generar los mismos problemas de salud y mantenimiento que el cloro. Asimismo, existen otros tratamientos complementarios a los anteriores que utilizan el ozono, la radiación ultravioleta y la ionización cobre-plata. Dichos tratamientos permiten mejorar la calidad del agua, puesto que están considerados más desinfectantes, reduciéndose al mismo tiempo la cantidad de producto químico necesaria para el tratamiento.

Ateniéndonos al objeto de nuestro estudio, se pretenden analizar algunos de los diferentes tratamientos químicos dentro de un enfoque científico-técnico, sobre todo en consideración a su posible enfoque relacionado con la salud. Investigaciones previas generalmente han evaluado aspectos biológicos y epidemiológicos sobre poblaciones en uso de piscinas cubiertas donde se utiliza un biocida como el cloro o el bromo, pero en pocas ocasiones se han comparado estos efectos con los producidos en la salud por los nuevos tratamientos.

Por ello, nuestro objetivo principal ha consistido en evaluar en primera instancia el conocimiento de la materia por parte de expertos que trabajan a diario con los tratamientos químicos, como son los encargados de mantenimiento. En segundo lugar, hemos realizado una evaluación de los diferentes problemas de salud que perciben usuarios y trabajadores en instalaciones con diferentes tratamientos químicos. Y finalmente, hemos llevado a cabo un estudio donde se han evaluado diversas variables biológicas respiratorias, comparando dos poblaciones de nadadores que entrenaron en dos piscinas con tratamientos químicos distintos.

Para el análisis de estos aspectos se ha tenido en cuenta la legislación vigente, a través de las normativas a nivel nacional y regional, destacando las normas NIDE sobre piscinas cubiertas, los Reales Decretos RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios), y los Decretos Autonómicos sobre parámetros de calidad en piscinas. Además, se han consultado las publicaciones del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Esta tesis doctoral está dividida en 3 grandes apartados:

En la **Primera Parte**, titulada “Fundamentación Teórica”, se realiza una revisión bibliográfica sobre el tema a estudiar, abordando todos los apartados que se tratan en el resto de trabajo de investigación. Esta parte a su vez está dividida en dos capítulos:

En el “Capítulo I”, se analiza el tratamiento de aguas en piscinas cubiertas, así como los diferentes tratamientos químicos. El capítulo se complementa con un exhaustivo resumen de toda la normativa aplicable en España.

En el “Capítulo II” se realiza una revisión bibliográfica de todos los problemas de salud relacionados con la práctica de la natación en piscinas cubiertas, sus métodos de evaluación y las poblaciones afectadas.

La **Segunda Parte** está dedicada al Análisis Empírico de la investigación, y está dividida en cuatro capítulos:

En el Capítulo III se expone el planteamiento del problema de investigación, recogiendo la hipótesis inicial de investigación, así como los objetivos planteados para la realización de este estudio.

Los capítulos IV, V y VI recogen el diseño metodológico planteado. Incluye además las características de la muestra que ha formado parte del estudio, de los instrumentos diseñados y su validación, el procedimiento de recogida de información, y los resultados.

La **Tercera Parte** está dedicada a la Discusión y Conclusiones de la Investigación, y a su vez se divide en 3 capítulos:

El Capítulo VII recoge la discusión de los diferentes resultados extraídos del estudio.

En el Capítulo VIII se muestran las diferentes conclusiones derivadas de este estudio. Además recoge las limitaciones del mismo y las líneas futuras de investigación.

En el Capítulo IX se presentan todas las referencias bibliográficas empleadas en este estudio.

Además, esta tesis doctoral se completa con los Anexos utilizados durante la investigación.

En resumen, este estudio pretende ser un análisis en profundidad sobre la situación actual de los tratamientos del agua en piscinas cubiertas y su relación con la gestión de piscinas y los problemas de salud. Apuntamos asimismo que este documento puede servir de ayuda a investigadores, fabricantes, gestores deportivos, profesionales de mantenimiento y usuarios para conocer en profundidad estos tratamientos y orientar el camino hacia el que debe dirigirse la investigación de este campo en los próximos años.



## **PRIMERA PARTE: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

*Todo es tóxico y nada es tóxico. Es la dosis la que hace algo tóxico.*

Paracelso



## **CAPÍTULO I**

### **Las piscinas cubiertas y su mantenimiento. Los tratamientos químicos.**

*No sabe ni leer ni nadar.*

Platón





## 1. Introducción

Según la definición del Consejo Superior de Deportes (CSD) (2005), las piscinas cubiertas están incluidas dentro de los espacios útiles al deporte, que son “todos aquellos que están compuestos por las superficies estrictas de competición o de uso de cada especialidad deportiva o actividad recreativa, con sus bandas exteriores de seguridad, espacios para nadadores, cronometradores y jueces, así como por la altura libre necesaria”. Asimismo, recogido en la misma normativa, el diseño de piscinas cubiertas establece diversos usos de estas instalaciones (Tabla 1.1).

Tabla 1.1. Usos de las piscinas cubiertas según Normativa NIDE (CSD, 2005)

DEPORTES	ACTIVIDADES
- NATACIÓN en todas las especialidades	- CHAPOTEO de niños,
- SALTOS	- RECREO de niños,
- WATER-POLO	- ENSEÑANZA de la natación,
- NATACION SINCRONIZADA	- RECREO de adultos o no nadadores
- SALVAMENTO Y SOCORRISMO	

Las piscinas cubiertas han sufrido una gran transformación en los últimos años, tanto externa (con el aumento de los graderíos y espacios auxiliares) como interna (referente al diseño de vasos, accesibilidad y mantenimiento). Estos avances han provocado que las piscinas cubiertas sean unas de las instalaciones más populares debido a la facilidad de acceso de cualquier tipo de población durante todo el año.

Sin embargo, las piscinas constituyen probablemente la instalación deportiva con mayor complejidad de mantenimiento y por tanto con una gestión más dificultosa, la cual tiene como eje central el correcto estado del agua, que permite desarrollar en condiciones idóneas cualquiera de las múltiples actividades que la natación ofrece. Por ello, este apartado se desarrollará comenzando con la evolución de las piscinas y de los tratamientos del agua llevados a cabo en ellas. Continúa con los tratamientos utilizados en la actualidad y la aplicación de la normativa vigente, para finalizar con algunas alternativas de tratamiento de agua para estas instalaciones en el futuro.

### 1.1. Historia de las piscinas cubiertas

Desde que en el año 1828 fue construida en Londres la primera piscina cubierta (Figura 1.1), este tipo de instalaciones ha sufrido una continua evolución en aspectos como el diseño, la gestión y el mantenimiento (Reyes, 1998).

Siguiendo a De Andrés (1997), tras la segunda guerra mundial las piscinas a mediados del s. XX en toda Europa central eran concebidas desde el punto de vista de la gestión únicamente como un servicio público, dedicado prioritariamente a la competición, el entrenamiento, la enseñanza y, finalmente, la recreación. El diseño de estas piscinas era siempre rectangular, cubiertas o mixtas (vasos cubiertos unidos a otros descubiertos), pues el clima no recomendaba edificar establecimientos separados, y sólo tenía sentido plantear la autofinanciación a partir de complejos mayores. La asistencia invernal de público era mayoritaria y la estival anecdótica.

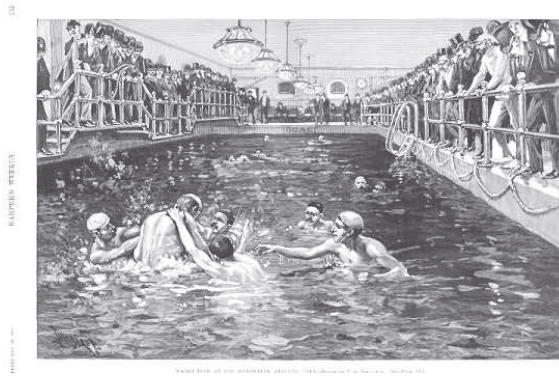


Figura 1.1. Jugadores de Waterpolo en Londres S.XIX. Disponible en: <http://www.ucc.ie/students/socs/swimming/history.htm>

En los años 70, comenzaron a aplicarse fondos móviles, oleajes y rebosaderos de tipo perimetral. Asimismo, progresivamente comenzaba a replantearse la forma rectangular de los vasos para buscar un enfoque recreativo y accesible a todas las poblaciones. En España, se comenzaba a construir piscinas al aire libre enfocadas a un uso masivo de carácter recreativo y alguna cubierta, siguiendo con los criterios deportivos rectangulares clásicos (De Andrés, 1997). Sin embargo, en esta época en Francia, las piscinas comenzaban a adaptarse a la “Operación 1000 piscinas” con el fin de llevar la enseñanza de la natación a los planes educativos obligatorios (Schmitt, 2005).

Posteriormente, en los años 80-90, la tendencia en la construcción de piscinas cubiertas en Europa tendería a grandes complejos públicos y privados en los que la piscina cubierta sería un servicio más dentro de una amplia gama de deportes y actividades dirigidas. No se eliminaría por completo la piscina “clásica” orientada a la competición, pero sí estaría acompañada de vasos polivalentes o enfocados a la enseñanza. Este movimiento desembocaría primero en la introducción de “piscinas-paisaje” y posteriormente de “piscinas de sensaciones”, asociado al fenómeno *wellness* existente en la actualidad.

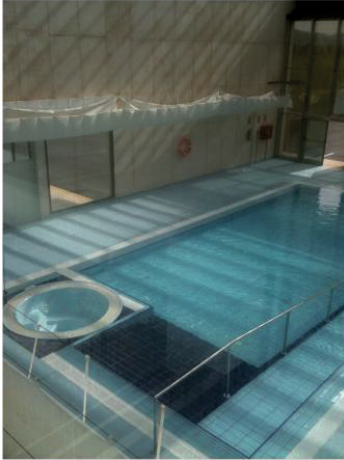


Figura 1.2. Piscina de aprendizaje con medidas de accesibilidad y jacuzzi

En España, en las dos últimas décadas la construcción de vasos recreativos y deportivos ha sido pareja, sin embargo, la mayoría de vasos cubiertos son de tipo “clásico” o deportivos y los vasos al aire libre son indiferentemente de este tipo o recreativos (Gallardo, 2006). En la pasada década, se debe destacar el “Plan E” llevado a cabo por Gobierno de España para el Estimulo de la Economía y el Empleo y que tenía como principales objetivos la inversión en nuevas instalaciones generadoras de puestos de trabajo. Como es el caso de numerosos complejos deportivos y piscinas cubiertas en la Comunidad de Castilla-La Mancha, donde la dotación económica supuso aproximadamente el 3% del total (7,4 millones de euros) (Burillo, 2009). A raíz de este plan se construyeron, por una parte, instalaciones

necesarias y por otra, piscinas en poblaciones con un escaso número de habitantes que invadían el radio de influencia de otras piscinas, provocando serios problemas en la viabilidad de muchas instalaciones ya que este caso no se tuvo presente la lámina de agua por habitante o el área de influencia, como se indica en las normas NIDE (CSD, 2005; Gallardo, 2006).

Los últimos datos sobre práctica deportiva de la población española indican un descenso notable en la práctica de natación (García-Ferrando y Llopis Goig, 2011). Asimismo la difícil situación económica actual ha propiciado el cierre de numerosas piscinas cubiertas municipales. El porqué de esta situación puede explicarse a través del elevado coste de mantenimiento de estas instalaciones: gasto energético, de agua, maquinaria y productos de desinfección (Fernández-Luna, García-Unanue, Sánchez-Sánchez, Plaza Carmona y Gallardo, 2012), así como la creciente demanda del *fitness* y las clases dirigidas (García Ferrando y Llopis Goig, 2011).

## 1.2. Historia de los tratamientos físico-químicos del agua

La relación existente entre la calidad del agua y la salud se conoce desde el inicio de los tiempos. Las aguas claras que circulaban eran consideradas limpias y potables, mientras que las aguas estancadas eran zonas sucias de agua no apta para el consumo. Esta idea primigenia puede constatare igualmente en la actualidad. Una piscina sin tratamiento se convierte en un pantano de agua “verde”. Mientras que una piscina en la que discurre el agua a través de un sistema de depuración es aparentemente cristalina y sin riesgo (Lenntech, 2009). Respecto al tratamiento de aguas, dos reglas básicas pueden encontrarse en la antigüedad (desde el 2000 a.C.). Las aguas debían ser expuestas a la

luz del sol y filtradas con carbón, y además, el agua impura debía hervirse e introducir en ella un trozo de cobre siete veces, antes de que fuera filtrada (Hugo, 1991).

Existen descripciones de civilizaciones antiguas en referencia al agua hervida y el almacenamiento del agua en recipientes de plata. Para llevar a cabo la purificación del agua se utilizaban cobre y plata. Este sistema se corresponde con el utilizado en las termas romanas, donde se inventaron los baños de vapor a través del sistema denominado *hypocaustum*. En estas instalaciones existían vasos de hasta 70 m. de longitud (Lewillie, 1983).

Con la caída del Imperio Romano, los baños y termas desaparecieron de la cultura occidental, debido a la nueva cultura ascética del cuerpo, lo que produjo un estancamiento de los tratamientos. Sin embargo no se volvería a investigar en los tratamientos hasta el siglo XVII. El primer filtro múltiple se desarrolló en 1685 por el físico italiano L. Antonio Porzo. El filtro consistía en una unidad de sedimentación y filtro de arena. En 1746, el científico francés Joseph Amy recibe la primera patente por el diseño de un filtro, que es utilizado en casas por primera vez en el año 1750. Los filtros estaban hechos de algodón, fibras de esponja y carbón (Lenntech, 2009).

En 1804, el municipio de Paisley (Escocia) filtraba todo su suministro de agua, y en 1829 se instaló el primer filtro de arena en Londres para clarificar el agua del Támesis. En el año 1952 ya era obligatorio filtrar todos los suministros de aguas de ríos a Londres, extendiéndose este sistema de clarificación a varias ciudades europeas y norteamericanas: en Nueva York se construye el primer filtro de arena lento en 1872 (Gray, 1996).

Respecto a los tratamientos químicos, el descubrimiento del cloro fue atribuido al químico sueco Karl Wilhelm Scheele en 1774. Un siglo después ya se utilizaba en Francia y en Inglaterra como desinfectante general, y pronto entró a formar parte de todo tipo de sistemas de tratamientos de agua (Fors, 2008). El resto de tratamientos irían introduciéndose durante el siglo XX en el tratamiento de piscinas, como la electrólisis salina en los años 80, y el ozono y la radiación ultravioleta en los años 90 (Hugo, 1991).

### **1.3. Esquema resumen del tratamiento del agua de agua en piscinas cubiertas**

El tratamiento de aguas en piscinas cubiertas es un proceso complejo, pero prácticamente todas las piscinas cubiertas responden a un mismo proceso de depuración (Figura 1.3). En este proceso el agua, ayudada por unas bombas de impulsión, circula en una única dirección a través de un circuito cerrado de tuberías (excepto cuando se realiza la limpieza del filtro que circula en sentido inverso). Siguiendo a Borda et al. (2008), la circulación del agua se produce desde las tuberías de

aspiración que llegan hasta la bomba, para posteriormente ser enviada de vuelta al vaso tras haber pasado por el filtro a través de las tuberías de impulsión.

Cabe destacar que en las piscinas de nueva construcción que cuentan con rebosadero perimetral, las bombas no hacen directamente la función de succión desde el vaso, sino que el agua cae por su propio peso hasta un depósito de compensación que almacena el agua desplazada por bañistas y oleaje, y es desde ahí desde donde se produce la succión de la bomba (Borda et al., 2008).

Otro elemento importante es el pre-filtro, que recoge las partículas más gruesas del agua del vaso. Posteriormente, el agua pasa al filtro (que será detallado en profundidad en el siguiente apartado) y al intercambiador de calor (en el caso de que se necesite calentarla). Asimismo un pequeño caudal atraviesa unas sondas que captan la cantidad de sustancia química y el pH del agua; la información va a un regulador automático, que controla a su vez dos dosificadores, uno de ácido (o  $\text{CO}_2$  como veremos más adelante) para reducir el pH si fuera necesario, y otro con el tratamiento químico utilizado en el agua. Tras finalizar el ciclo, el agua vuelve al vaso, ya filtrada y desinfectada (Conesa López, 2010).

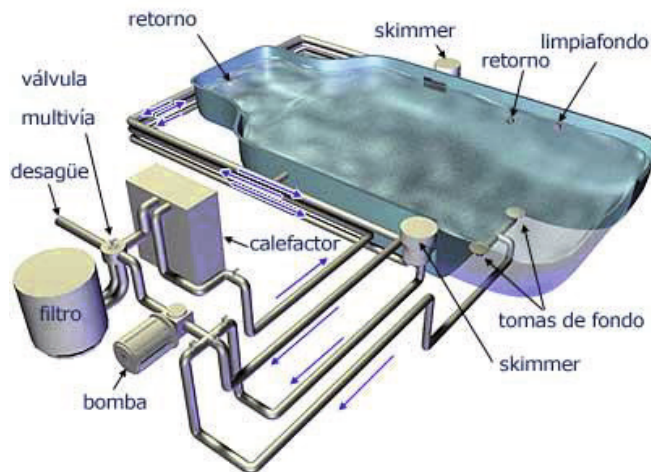


Figura 1.3. Esquema ciclo de depuración de aguas en piscinas

#### 1.4. El tratamiento Físico

El tratamiento físico del agua se centra en la eliminación de elementos producidos por la contaminación física del agua, es decir, los elementos presentes en el vaso de piscina que se pueden tocar y coger. En piscinas cubiertas estos elementos pueden consistir en partículas de materia orgánica dejadas por los usuarios, pelos y algas. Sin embargo, en piscinas descubiertas puede tratarse de partículas traídas por el viento, vegetales, hojas,

insectos, etc. (Medina y Jiménez Valenzuela, 2011). Además de los protocolos habituales de limpieza de la lámina de agua y fondo de la piscina, incluidos en el plan de mantenimiento, cabe destacar dentro del tratamiento físico el proceso de filtrado o filtración.

**1.4.1. La filtración**

La filtración consiste en hacer pasar el agua a través de un medio poroso (filtro) para separar la materia en suspensión. Mediante la filtración se eliminan las partículas con tamaño suficiente para ser retenidas por el filtro y para que el agua se clarifique. Esta fase de la desinfección del agua suele ser precedida por un tratamiento químico, que consiste en el añadido de sulfato de alúmina o polímeros especiales para que las partículas aumenten su tamaño y queden retenidas en los filtros. Los compuestos químicos utilizados en esta fase se denominan floculantes (Gomà, 2001). Siguiendo a Medina y Jiménez Valenzuela (2011), existen dos aspectos fundamentales que afectan al filtrado. Son la velocidad de filtración y el ciclo de recirculación. La velocidad de filtración se define como la cantidad de agua que, en el proceso de filtrado, pasa por cada m<sup>2</sup> de superficie de filtro. Esta velocidad se mide en metros cúbicos que pasan cada hora por metro cuadrado de superficie de filtro: m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>. A una velocidad más lenta, más efectivo será el filtrado.

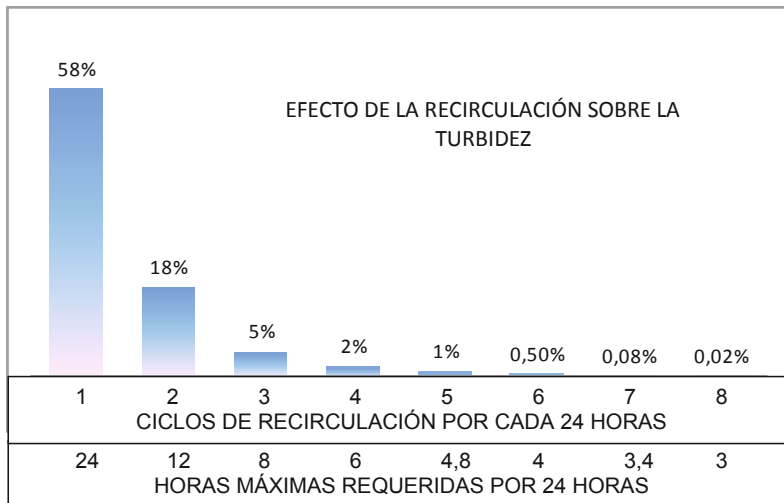


Figura 1.4. Efectividad del número de ciclos de depuración en la turbidez del agua (adaptado de Medina y Jiménez Valenzuela, 2011)

Por otra parte, el ciclo de circulación es el tiempo que tarda el equipo de filtración en hacer pasar el volumen total de agua de la piscina por el mismo. La duración de los ciclos de recirculación está establecida por las diferentes normativas regionales sobre piscinas, revistiendo características distintas en función del tipo de vaso. Asimismo, cuanto más

recirculaciones se realicen, más claridad y menos partículas habrá en el agua. Sin embargo no se debe pasar por alto el hecho de que el sistema tiene que descansar. La eficacia aproximada del filtrado en función del número de ciclos puede observarse en la Figura 1.4 (Medina y Jiménez Valenzuela, 2011).

#### **1.4.2. Tipos de filtros utilizados**

El filtro es un depósito abierto o cerrado (generalmente del segundo tipo) donde se introduce el elemento filtrante (Conesa López, 2010). Hay cuatro tipos de elementos filtrantes utilizados en la actualidad en piscinas cubiertas, cada uno con sus propias características, siendo la más importante de ellas el tamaño de las partículas que son capaces de retener y la velocidad de filtrado (Borda et al., 2008; Medina y Jiménez Valenzuela, 2011).

- Filtro de sílice: Es el más común, retiene partículas de 30 a 50 micras ( $\mu\text{m}$ ). Su velocidad de filtrado es rápida (de 30 a 50  $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ )
- Filtro de arena mixta o zeolitas: Disponen de una eficacia más alta que los filtros de sílice, de hecho estos elementos se suelen utilizar como sustitutos. La velocidad de filtrado es más baja (20  $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ ) y retienen partículas de 5 a 15  $\mu\text{m}$ .
- Filtro de cartucho: Son poco utilizados en instalaciones complejas y de mucho volumen. Su uso es más común en piscinas particulares y *spas*. Tienen como elemento filtrante un cartucho de papel, poliéster o fibra que retiene las partículas de 10 a 30  $\mu\text{m}$ . Su velocidad de filtrado es lenta: 2 a 10  $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ .
- Filtro de diatomeas: Es el más eficaz de todos los sistemas conocidos y ocupa un menor espacio. El elemento filtrante está compuesto por restos fosilizados de plantas marinas. Filtra partículas de 0,5 a 5  $\mu\text{m}$  a velocidades de filtrado muy bajas de 0,5 a 5  $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ . Presentan como principal inconveniente su elevado coste de implantación así como la necesidad de sustituir la carga filtrante en cada lavado.

Los filtros por tanto, pueden ayudar a que haya una mayor claridad en el agua sin necesidad de realizar numerosos ciclos, en función de la efectividad en velocidades de filtrado lentas, lo que contribuye no sólo a una mayor calidad en el agua de la instalación, sino también a un ahorro energético (Medina y Jiménez Valenzuela, 2011).

#### **1.5. El tratamiento químico. Tipos de tratamientos químicos utilizados en la actualidad**

El tratamiento químico es necesario en piscinas, ya que el agua puede transportar microorganismos como bacterias y algas que no son eliminadas en el filtrado debido a su carácter microscópico. Estos microorganismos pueden provocar trastornos y

enfermedades en los usuarios, además de crear una imagen poco sugestiva del agua (Conesa López, 2010). Los tratamientos químicos de cloro y bromo comenzaron a utilizarse para la desinfección de aguas a finales del siglo XIX (Hugo, 1991). Posteriormente, a finales del siglo XX, se aplicaron nuevos tratamientos en la desinfección de agua con el afán de eliminar un mayor número de bacterias y proporcionar una mayor claridad en el agua de las piscinas.

El tratamiento químico se lleva a cabo mediante el añadido del producto químico desinfectante al agua. La cantidad de este producto generalmente se regula de forma automática o informatizada, a través de sondas que captan la concentración de producto químico en el agua tras el proceso de filtrado y antes de volver al vaso. No obstante, es necesario según las diferentes normativas nacionales, realizar al menos 3 mediciones adicionales diarias de forma manual directamente en el vaso de la piscina (una de ellas en horario de máxima afluencia), a fin de tener un mayor control y asegurarse de que la concentración es la correcta y se ajusta a los parámetros establecidos para una correcta desinfección (Borda et al., 2008; Conesa López, 2010; Medina y Jiménez Valenzuela, 2011). Siguiendo a Fernández-Crehuet, Moreno Abril y Pérez López (2001), para medir la concentración de producto químico se utilizan las versiones comercializadas (en gotas o concentrado) de dietil-p-fenilén diamina (DPD), un compuesto químico que reacciona con el oxidante del agua haciéndolo cambiar de color. La intensidad del color es directamente proporcional a la concentración de oxidante (cloro o bromo) existente en el agua. Para evaluar el color se puede, o bien visualizar una cubeta de análisis (poco recomendable por tratarse de una estimación “subjetiva”), o bien analizar por espectrofotometría (Figura 1.5).



Figura 1.5. Métodos de medición Manual del tratamiento químico por colorimetría. Fotómetro portátil y cubeta de análisis

Como puede observarse en la Figura anterior, en la cubeta de análisis se incluye el parámetro de pH, cuyo valor es importante conocer tanto por sus efectos en los bañistas como por su interacción con el tratamiento químico, ya que unos niveles bajos acidifican



el agua y pueden hacer que se libere cloro en el aire de la instalación (Freixa y Gomà, 2008; Santa Marina et al., 2009). El reactivo utilizado en este caso es conocido comercialmente como fenol rojo, el cual por el mismo sistema que el DPD, indica el nivel de pH en una muestra de agua (Cassan, Mercier, Castex, y Rambaud, 2006). A continuación, revisaremos los tratamientos químicos más comunes utilizados en piscinas cubiertas, comenzando con el cloro.

### **1.5.1. El cloro: características, ventajas e inconvenientes de su uso en piscinas**

El cloro es un compuesto químico con múltiples utilidades como el blanqueo de materiales, la limpieza del hogar, la desinfección de aguas e incluso como arma química. Sin embargo su uso se está comenzando a cuestionar debido a los frecuentes accidentes producidos en su transporte, en el hogar y en piscinas cubiertas (Squadrito, Postlethwait y Matalon, 2010).

Su uso en piscinas cubiertas se debe principalmente a tres factores (Borda et al., 2008; Conesa López, 2010):

- Por su poder oxidante: Elimina sustancias en suspensión oxidables como el hierro, manganeso, nitrito, sulfuro y sustancias orgánicas. Además elimina olores y sabores.
- Por su poder bactericida: Es un buen eliminador de bacterias y gérmenes patógenos, ya que destruye las enzimas indispensables para la vida de estos microorganismos.
- Por su poder biocida: para evitar incrustaciones en los circuitos de refrigeración.

Siguiendo a Conesa López (2010), nos encontramos con diferentes compuestos clorados utilizados en la desinfección de las piscinas cubiertas:

- Cloro Gas: Disminuye el pH del agua. Su acción antiséptica se debe a la formación de ácido hipocloroso que tiene a su vez una gran acción bactericida. Para añadirlo al agua se diluye y se inyecta a la salida de los filtros.
- Hipoclorito sódico: Su uso aumenta el pH del agua. También genera ácido hipocloroso por acidificación del hipoclorito. Con temperaturas elevadas se descompone y aumenta su consumo. Se introduce en el agua procedente de los filtros con bomba dosificadora.
- Hipoclorito cálcico: Su uso aumenta el pH del agua. Genera ácido hipobromoso e hidróxido cálcico. Se introduce por bomba dosificadora después del filtrado.
- Dicloroisocianurato sódico (dicloro): Es un compuesto orgánico que se encuentra en estado sólido. Con un 65% de concentración de cloro activo. Destaca por producir desinfectante cuando es necesario y alterar poco el pH. Se suele utilizar en tratamientos de choque.

- Ácido tricloroisocianúrico (tricloro): Tiene las mismas características del dicloro pero en una concentración del 90%.

Actualmente, por cuestiones económicas, el más utilizado es el hipoclorito sódico (Godó, 2010). A continuación, la siguiente Tabla muestra las ventajas e inconvenientes del uso de los compuestos derivados del cloro en el mantenimiento de la instalación así como en la salud de usuarios y trabajadores a pie de piscina.

Tabla 1.2. Ventajas e inconvenientes del tratamiento con compuestos derivados del cloro para el mantenimiento y la gestión, y la salud de usuarios y trabajadores a pie de piscina (Borda et al., 2008; Conesa López, 2010)

<b>GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS TRATAMIENTOS DE CLORO</b>	
<b>VENTAJAS</b>	<b>INCONVENIENTES</b>
Mayor capacidad residual respecto a otros tratamientos	Necesidad de floculante, antialgas y reguladores de pH
Más fácil el control de pH. debido al aporte constante de cloro	Riesgos al manipular y almacenar un compuesto tóxico
Se puede combinar con otros tratamientos	Si no está informatizado es difícil el control de la desinfección de la piscina debido al número de bañistas, las condiciones meteorológicas y la carga orgánica
<b>SALUD RELACIONADA CON LOS TRATAMIENTOS DE CLORO</b>	
Gran poder desinfectante (Morris, 1985)	Problemas respiratorios (Bernard et al., 2007; Helenius, Ryttilä, Metso, Haahtela, Venge y Tikkanen, 1998)
	Problemas dermatológicos (Basler, Basler, Palmer y García, 2000; Lazarov, Pardo, Nevo y Froog, 2005)
	Problemas oculares (Bowen et al., 2005; Ishioka, Kato, Kobayashi, Dogru y Tsubota, 2008)

### **1.5.2. El bromo: características, ventajas e inconvenientes de su uso en piscinas**

El bromo reacciona con el agua, obteniéndose ácido hipobromoso, pero su reacción con los compuestos amoniacales no forma bromaminas, sino que desprende nitrógeno (Borda et al., 2008). El bromo ha reemplazado al cloro debido a su solubilidad y a su bajo coste en países como Estados Unidos (Woolf y Shannon, 1999). No obstante, algunos autores indican que puede causar más problemas de salud que el cloro (Kraut y Lilis,

1988). A continuación se muestran las ventajas e inconvenientes desde el punto de vista de la gestión y el mantenimiento, así como de la salud de trabajadores a pie de piscinas y usuarios.

Tabla 1.3. Ventajas e inconvenientes del tratamiento bromo para el mantenimiento y la gestión, y la salud de usuarios y trabajadores a pie de piscina (Conesa López, 2010)

<b>GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DEL TRATAMIENTO DE BROMO</b>	
VENTAJAS	INCONVENIENTES
El bromo se disuelve en agua mejor que el cloro y tiene el mismo poder desinfectante	Debido a que su concentración residual es baja, para mantener una adecuada desinfección, la cantidad que debe ser añadida es alta, o combinado con otro compuesto  El bromo actúa agresivamente con metales y es un material corrosivo
<b>SALUD RELACIONADA CON LOS TRATAMIENTOS DE BROMO</b>	
Utilizado de forma fluida o en relación a otros compuestos sin incluir en cloro tiene menos olor y sabor que éste	Problemas respiratorios (Kraut y Lilis, 1988; Woolf y Shannon, 1999)  Problemas dermatológicos (Basler et al., 2000)  Problemas oculares y dermatológicos. (Woolf y Shannon, 1999)

**1.5.3. *Electrólisis salina: características, ventajas e inconvenientes de su uso en piscinas***

Siguiendo a Borda et al. (2008), la reacción producida en el proceso de electrólisis consiste en que partiendo del cloruro de sodio o sal común, los iones positivos de sodio se separan de los iones negativos de cloruro, generando sodio y cloro gas. Esta reacción produce en el medio acuático ácido hipocloroso y sosa. Después de que el ácido hipocloroso oxide las bacterias, el ácido clorhídrico resultante reacciona con la sosa generando sal y agua. Como resumen se trata de un proceso cerrado en el que no se pierde ningún producto.

Por tanto, la electrólisis salina consiste en una micro factoría de cloro a partir de sal común. El cálculo para la aportación de sal se hace en proporción de 5 kg de sal por m<sup>3</sup> de agua. Así, para una piscina de 100 m<sup>3</sup> de agua serán necesarios 500 kg de sal al año (Borda et al. 2008). A continuación se exponen las principales ventajas e inconvenientes de este tratamiento.

Tabla 1.4. Ventajas e inconvenientes del tratamiento de electrólisis salina para el mantenimiento y la gestión, y la salud de usuarios y trabajadores a pie de piscina (Borda et al., 2008)

<b>GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DEL TRATAMIENTO DE ELECTRÓLISIS SALINA</b>	
VENTAJAS	INCONVENIENTES
Elimina riesgos de manipulación y almacenaje de productos químicos altamente inflamables y peligrosos para las instalaciones, así como tóxicos para las personas	Alta inversión inicial Su poder desinfectante es algo menor que el de otros tratamientos.
Su coste de mantenimiento es reducido	Es un sistema incompatible con instalaciones que posean tuberías de hierro ya que surgirían problemas de oxidación.
	Aumenta la conductividad del agua
<b>SALUD RELACIONADA CON LOS TRATAMIENTOS DE ELECTRÓLISIS SALINA</b>	
Al tratarse de un proceso donde la materia se regenera puede reducir los efectos negativos del uso del cloro	Los mismos que el cloro o bromo, destacando los problemas respiratorios y dermatológicos (Medina y Jiménez Valenzuela, 2011)
Disminuye olores	
Disminuye subproductos de desinfección (Jacobs et al., 2007)	En algunos estudios se ha demostrado que puede generar más subproductos de desinfección perjudiciales para la salud que otros tratamientos (Lee, Ha y Zoh, 2009)

#### **1.5.4. Ozono: características, ventajas e inconvenientes de su uso en piscinas**

El uso del ozono como desinfectante en piscinas cubiertas ha ganado popularidad en los últimos años debido a su alto poder oxidante y la menor formación de productos de desinfección. Sin embargo, al ser una sustancia que no deja materia residual, es necesario complementarla con otro tratamiento como el cloro y/o bromo (Lee et al., 2009). Por otra parte, el ozono, según normativa, no puede tener ningún tipo de concentración en el vaso (Gomà, 2001), por lo que la inyección de ozono tiene lugar en depósitos de la sala de máquinas y posteriormente el ozono residual debe ser eliminado a través de filtros de carbón activo o calentando el agua antes de que esta vuelva al vaso (Borda et al., 2008).

Siguiendo a Borda et al. (2008) y a Gomà, (2001) nos encontramos dos tipos de tratamientos aplicables basados en el ozono en piscinas cubiertas:

- Ozonización Total: Proceso donde el volumen total de la piscina recibe una dosificación de  $1 \text{ gm/m}^3$  durante un tiempo de contacto de 2 minutos. Posteriormente se elimina el residual de ozono con carbón activo.
- Ozonización "Slipstream": Se desvía una proporción del volumen total, normalmente un 12-15%. Este sistema tiene como ventaja la reducción del coste de funcionamiento y servicio. Sin embargo, el consumo de cloro es más elevado.

El tratamiento más común es la ozonización *Slipstream* o parcial, sin embargo existen experiencias de éxito como la llevada a cabo por Gomà (2001) en la piscina de la Universidad Autónoma de Barcelona. A continuación se exponen las ventajas e inconvenientes de este tratamiento.

Tabla 1.5. Ventajas e inconvenientes del tratamiento de ozono para el mantenimiento y la gestión, y la salud de usuarios y trabajadores a pie de piscina (Borda et al., 2008)

<b>GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DEL TRATAMIENTO DE OZONO</b>	
VENTAJAS	INCONVENIENTES
Poder oxidante 3000 veces superior al cloro (Gomá, 2001)	Alta inversión inicial
Bajo riesgo de accidentes laborales	Mayor gasto energético
Mejora la coagulación-floculación del agua, por lo que se necesita poca o ninguna cantidad de floculante	Los plásticos de la instalación deben tener una mejor calidad para garantizar su impermeabilidad.
Se gana en control de productos químicos, lo que puede llevar a una mejor gestión de éstos	Mantenimiento complejo, que exige una formación específica y un sistema informatizado
<b>SALUD RELACIONADA CON LOS TRATAMIENTOS DE OZONO</b>	
Destruye subproductos de desinfección y genera oxígeno, agua y óxidos inertes, no perjudiciales para los usuarios	Depende de la dosis del tratamiento que lo acompañe (bromo o cloro). No obstante parte de los subproductos de desinfección serán eliminados

### **1.5.5. Radiación Ultravioleta: características, ventajas e inconvenientes de su uso en piscinas**

Siguiendo a Borda et al. (2008), los sistemas de radiación ultravioleta consisten en un tubo de cuarzo similar a un tubo fluorescente que contiene un gas inerte y una pequeña cantidad de mercurio. Este tubo se encuentra alojado en un manguito protector de cuarzo que va montado a lo largo del eje central de una cámara de acero cilíndrica. El agua de la piscina entra en la cámara por un extremo, cruzándola por toda su longitud

antes de salir. La corriente que pasa a través del tubo la calienta más de 650°C, aumentando la presión del mercurio y provocando una potente salida de rayos ultravioleta con las longitudes de onda necesarias para la eliminación de la materia orgánica. La longitud de onda necesaria para eliminar los gérmenes es 253.7 nm (Morgan, 1989). En la actualidad se utilizan dos tipos de lámparas para desinfectar el agua de las piscinas: de baja y media presión. Las lámparas de baja presión emiten un máximo de 254 nm de longitud de onda, mientras que las de media presión emiten desde 200 a 600 nm. (Cassan et al., 2006). Las ventajas e inconvenientes de este tratamiento pueden observarse en la siguiente Tabla.

Tabla 1.6. Ventajas e inconvenientes del tratamiento de ultravioleta para el mantenimiento y la gestión, y la salud de usuarios y trabajadores a pie de piscina (Borda et al., 2008; Cachaza, Ruíz-Delgado y Honorato, 2006; Cassan et al., 2006)

<b>GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DEL TRATAMIENTO DE ULTRAVIOLETA</b>	
<b>VENTAJAS</b>	<b>INCONVENIENTES</b>
Reducción de la corrosión en las instalaciones de la piscina producidas por el cloro.	Alta inversión inicial
Necesidades de espacio pequeñas.	Mayor gasto Energético y necesidad de la renovación de las lámparas de cuarzo (Godò, 2010)
Instalación sencilla.	
Reducción del consumo de cloro	
Disminución de los gastos de mantenimiento	
<b>SALUD RELACIONADA CON LOS TRATAMIENTOS DE ULTRAVIOLETA</b>	
Destruye subproductos de desinfección	Depende de la dosis del tratamiento que lo acompañe (bromo o cloro).
Disminuye olores	

**1.5.6. Otros tratamientos alternativos: Ionización cobre- Plata, Peróxido de Hidrógeno**

Siguiendo a Meyer (2001), la ionización del cobre y la plata se lleva a cabo mediante la electrolisis. Se crea una corriente eléctrica generando la formación de iones de cobre y plata cargados positivamente. Estos iones buscan en el agua partículas con polaridad opuesta, como bacterias, virus y hongos. Los iones de cobre cargados positivamente forman compuestos electrostáticos con células de microorganismos que están cargados negativamente. Esto produce daño o interrupción en la permeabilidad de la pared celular y por lo tanto evita la toma de nutrientes. Los iones de cobre penetran en la pared celular creando la entrada de iones de plata. Estos penetran en el núcleo de los microorganismos, uniéndose a varias partes de la célula como el ADN y el ARN,

proteínas y enzimas respiratorias, impidiendo el funcionamiento normal de estos sistemas celulares. Como resultado no hay más crecimiento celular o división celular, impidiéndose la multiplicación y desarrollo de los microorganismos y provocando su muerte. Este tratamiento es un complemento del cloro o del bromo, pero no tiene la suficiente capacidad de actuar por sí solo y existen ciertas bacterias que no es capaz de eliminar.

La desinfección del agua de la piscina con peróxido de hidrógeno es un sistema novedoso aunque presenta un coste superior. El peróxido de hidrogeno es un líquido incoloro, corrosivo para los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La inhalación a altas concentraciones del vapor de este compuesto puede provocar edema pulmonar, por lo que exige el mismo control que otros oxidantes como el cloro y el bromo (Freixa, Pascual y Guardino, 2006; Medina y Jiménez Valenzuela, 2011).

### **1.6. Normativa aplicable a los tratamientos químicos en piscinas cubiertas en España**

Para analizar la normativa existente comenzaremos en primer lugar con la normativa aplicable a nivel nacional y regional en piscinas cubiertas, para pasar posteriormente a las notas técnicas de prevención del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo, a fin de obtener una visión pormenorizada de la compleja situación actual en lo referente al control de parámetros físico-químicos y seguridad e higiene de estas instalaciones.

#### ***1.6.1. Decretos de condiciones higiénico-sanitarias en piscinas y Reales Decretos de Instalaciones Térmicas en Edificios***

Estas normativas muestran numerosos aspectos en común, especialmente en lo relativo a las temperaturas de vaso y ambiente, humedad y renovación del aire. Muchos de estos datos guardan relación con el Real Decreto de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), acogándose a las condiciones del decreto vigente según la fecha de licencia de obras (Tabla 1.7).

Los parámetros establecidos en las normativas tendrán prioridad de aplicación siempre que sean más restrictivos que los establecidos en el RITE (Martín, 2009). Así, nos encontramos con que en todos los decretos se hace referencia a que se deben habilitar equipos que garanticen la renovación constante del aire, estableciéndose al menos un volumen de aire de  $8 \text{ m}^3$  por  $\text{m}^2$  de lámina de agua. Respecto al caudal de renovación, únicamente se tiene en cuenta en los decretos de Extremadura y el País Vasco, teniendo un valor de  $9 \text{ m}^3/\text{h}$ . El resto de decretos, haciendo mención expresa o no al RITE, lo deben cumplir (Martín, 2009).

Tabla 1.7 Parámetros en piscinas establecidos por los Reales Decretos de los Reglamentos de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE)

RITE	Temperatura agua (°C)	Temperatura aire (°C)	Humedad (%)
2007*	24-30º	+1-2º temperatura del agua (máximo 30)	65
1998**	Recreo: 25º Capoteo: 24º Educación: 24º Entrenamiento: 26º Competición: 24º Privado: 25-26º	+2-3º temperatura del agua (máximo 28º)	55-70
1980	25º	28º	65-70

\*Aplicable para piscinas con licencia de obras a partir de marzo de 2008

\*\* Aplicable para piscinas con licencia de obras a partir de noviembre de 1998

En las Tablas 1.7 y 1.8 puede observarse cómo existen límites distintos en las diferentes comunidades autónomas así como en los Reales Decretos de Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios publicados hasta hoy. Así, podemos destacar dentro de los valores de temperatura del agua en piscinas, cómo el RITE de 1998 es mucho más específico identificando los diferentes tipos de vaso respecto al RITE de 2007, donde se establece un rango del que sólo quedan excluidos los vasos terapéuticos. En cuanto a la temperatura, en los Decretos Autonómicos se ajusta al rango establecido por los RITE, con excepciones como los 20°C mínimos de Baleares y la ausencia de este parámetro en Canarias. Respecto a la temperatura del ambiente, ésta ha ido evolucionando en los Reales Decretos de Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios hasta contemplar una máxima de 30°C, siempre encontrándose en un rango superior de 1-2°C sobre la temperatura del vaso, sin sobrepasar el máximo de 30°C. Respecto a la humedad, los valores establecidos en los Reales Decretos de Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios han oscilado entre el 55% y el 70%, sin embargo, si comparamos estos datos con los Decretos de las Comunidades Autónomas, hay casos en los que la humedad permitida asciende al 80%.



Tabla 1.8. Resumen de los parámetros establecidos según condiciones higiénico-sanitarias en piscinas basados en los decretos autonómicos

	Temperatura agua (°C)	Temperatura aire (°C)	Humedad (%)	pH (unidad)	Cl libre (mg/l)	Cl Combinado (mg/l)	Bromo (mg/l)	Volumen de aire por m <sup>2</sup> lámina piscina (m <sup>3</sup> )
Andalucía	24 - 30	+2 - 4	80	6,8 - 8	0,4 - 1,5	0,6	1 - 3	-
Aragón	24 - 28	+2 - 4	60 - 70	7 - 7,8	0,4 - 1,5	0,6	-	8
Asturias	22 - 28	+2 - 4	70	7 - 8	0,8 - 1,5	0,6	1 - 3	8
Baleares	20 - 30	-	85	6,5 - 8	0,5 - 2	0,6	1 - 3	8
Canarias	-	-	55 - 70	7 - 8	0,8 - 3	0,6	2 - 3	-
Cantabria	22 - 30	+2 - 4	-	6,8 - 8	0,4 - 1,2	0,6	1 - 3	8
Castilla-La Mancha	22 - 28	+2 - 4	60 - 70	6,8 - 8	0,6 - 1,5 pH: 6,8 - 7,5 1,5 - 2 pH: 7,6 - 8	0,6	1 - 3	8
Castilla y León	24 - 28	+2 - 4	65 - 75	7 - 8,2	0,4 - 1,5	0,6	1 - 3	8
Cataluña	24 - 30	+2 - 4	60 - 70	7 - 7,8	0,5 - 2	0,6	3 - 6	-
Extremadura	24 - 30	+2 - 4	60 - 70	6,8 - 7,4	0,5 - 1,5	0,6	3	9
Galicia	25 - 30	+2	70 - 80	6,8 - 8	0,6 - 1,2 pH: 6,8 - 7 0,8 - 1,4 pH: 7,5 - 8 0,3 pH: 7 - 7,6	0,5	3	-
Madrid	24 - 28	+2 - 4	70	6,5 - 8,5	0,4 - 1,2	0,6	1 - 3	-
Murcia	24 - 30	+2	65 - 75	7,6 - 8,2	0,6 - 1,2 pH: 7 - 7,6 0,8 - 1,4 pH: 7,6 - 8	0,3 pH: 7-7,6 0,5 pH: 7,6-8,2	0,8 - 2	-
Navarra	24 - 28	+2	60 - 70	7 - 8,2	0,8 - 2	0,6	2 - 4	8
País Vasco	22 - 27	+2	65 - 75	7 - 8	0,6 - 1,2 pH: 7 - 7,6 0,8 - 1,5 pH: 7,6 - 8	0,4	1 - 3	8
Rioja, La	24 - 30	+2	60 - 75	7 - 8	0,5 - 1,5	0,6	1 - 3	-
Valencia	24 - 28	+2 - 4	60 - 70	7 - 8,2	0,4 - 1,5	0,6	1 - 3	8

Respecto a los parámetros químicos los valores de pH oscilan entre 7-8, existiendo de nuevo excepciones en que los valores mínimos se establecen en 6,8 y los máximos en 8,2. La mayoría de Decretos Autonómicos establece como principales desinfectantes el cloro y el bromo. Las concentraciones varían de unas comunidades a otras, teniendo la mayoría un rango en cloro libre del 0,4 al 1,5 mg/l de agua. Cabe destacar las excepciones producidas en Castilla-La Mancha, Galicia, Murcia y País Vasco, que establecen sus valores en función del pH del agua, así como Cataluña y Navarra en las que la concentración de cloro libre asciende a 2 mg/l e incluso 3 mg/l en Canarias. El cloro combinado tiene un valor común de 0,6 mg/l máximo sobre el nivel de cloro libre. Con el bromo sucede algo semejante. En todas las comunidades se establece un rango común de 1 a 3 mg/l, existiendo excepciones como Cataluña y Navarra, que exigen un máximo de 6 mg/l, y Murcia, que marca un valor mínimo más bajo de 2 mg/l. Es importante destacar que el peróxido de oxígeno no se identifica como desinfectante en la mayoría de decretos. Respecto a los tratamientos químicos alternativos o complementarios, hemos de indicar que todos los decretos establecen la completa ausencia de ozono en agua, debiendo ser eliminado antes de que el agua regrese al vaso tras el proceso de desinfección y filtrado.

La diversidad existente en las normativas, a pesar de los múltiples aspectos en común, es consecuencia de las diferentes condiciones climatológicas que reinan en nuestro país, así como las distintas características físico-químicas del agua según el territorio (Font-Ribera, Esplugues et al., 2010). Sin embargo, otros estudios han demostrado que no es suficiente con cumplir la normativa para que parámetros como el cloro ambiente o el nivel de subproductos de desinfección se descontrolen y puedan provocar problemas en la instalación (Burillo, Felipe, Gallardo, García Tascón y Gallardo, 2009; Freixa, Gomà, y Cinta-Pastor, 2009; García Calzón, 2007; Santa Marina et al., 2009). Por ello, a modo de resumen hemos encontrado las siguientes deficiencias en la normativa relativa a piscinas cubiertas:

- A pesar de indicar la ventilación y el volumen de aire necesario por lámina de agua, no existe un parámetro que mida la renovación de aire que pueda ser controlado por los encargados de mantenimiento. Para este caso, algunos autores indican que a efectos de controlar la renovación constante del aire se pueden utilizar sensores del CO<sub>2</sub> ambiental como indicador indirecto (Corominas, 2009; Gomà et al., 2010).
- Aunque la mayoría de decretos tienen en cuenta la presencia de compuestos químicos como el cobre, plata, hierro, amoníaco, ácido isocianúrico y nitratos, no se tiene en cuenta el control de parámetros como los subproductos de desinfección (cloraminas y trihalometanos) y el cloro en el aire de la instalación, que puede afectar a la salud de los usuarios y trabajadores a pie de piscina

(Burillo et al., 2009; Santa-Marina et al., 2009; Font-Ribera, Esplugues et al., 2010; Kim, Shim y Lee, 2002).

- Sólo algunos decretos establecen valores de sustancia química en función del pH. Este aspecto es importante ya que un pH alto, por encima de 7,6, hace que el cloro pierda efectividad y pueda provocar irritación de ojos (Freixa, 1994).

### 1.6.2. Documentos del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo sobre piscinas cubiertas

Tabla 1.9. Normativa del Instituto Nacional de Seguridad en el Trabajo referente a seguridad en piscinas cubiertas. Notas técnicas de prevención (NTP) y documentos de límites de exposición profesional (DLEP)

Norma	Autor, Año	Contenido
NTP 115: Toma de muestras de cloro	Martí, 1984	Esta norma para la toma de muestras de cloro en el ambiente de trabajo, en donde se utiliza como soporte de captación a una solución absorbente- se completa con la norma general para la toma de muestras de contaminantes con impingers
NTP 341: Exposición a cloro en piscinas cubiertas	Freixa, 1994	Necesidad de desinfectante cloro en piscinas cubiertas por su capacidad oxidante. Identificación de problemas de salud. Normativa autonómica al respecto
NTP 689: Piscinas de uso público (I). Riesgos y prevención	Freixa y Guardino, 2006	Tratamiento físico y químico del agua, tipos de tratamientos. Riesgos para usuarios y trabajadores. Golpes, Biológicos (virus, bacterias ...) Físicos, electrocuciones, y químicos
NTP 690: Piscinas de uso público (II). Peligrosidad de los productos químicos	Freixa, Pascual y Guardino, 2006	Identificación de los productos químicos de uso más corriente en el mantenimiento de las piscinas, floculantes, alguicidas, y desinfectantes. Prevención de riesgos y primeros auxilios en caso de exposición
DLEP 25: Documentación toxicológica para el establecimiento del límite de exposición profesional del cloro	2007	Propiedades físico-químicas. Usos frecuentes. Toxicología y recomendaciones
NTP 788: Piscinas de uso público (III): riesgos asociados a los reductores del pH y subproductos de desinfección	Freixa y Gomà, 2008	Complementa a NTP 690. Identificación de subproductos de desinfección (cloraminas y trihalometanos). Riesgos asociados a ácidos reductores de pH. Introducción del CO <sub>2</sub> como reductor de pH
Ficha Internacionales de seguridad química: Cloro	2009	Almacenamiento, exposición, medidas de seguridad, prevención de riesgos, primeros auxilios y riesgos ambientales
Límite de exposición profesional para agentes químicos en España 2012	Tejedor Traspaderne (Coordinador), 2012	Establece los límites de exposición profesional a los tratamientos químicos de los diferentes compuestos químicos

El control de la normativa higiénico-sanitaria nacional y autonómica constituye un elemento fundamental en las piscinas cubiertas, ya no sólo a fin de evitar riesgos para los usuarios y trabajadores, sino con objeto de implementar una correcta gestión económica y de mantenimiento de la instalación. Muchas de las deficiencias encontradas en la normativa autonómica, se encuentran identificadas en las Notas Técnicas de Prevención y en los Límites de Exposición Profesional del Instituto Nacional de Seguridad en el Trabajo donde se han revisado los riesgos para los trabajadores y usuarios (Tabla 1.9).

Aspectos como las medidas de prevención a la hora de manipular químicos, los primeros auxilios en caso de accidente, los efectos de la exposición a agentes químicos a corto y largo plazo, etc., son tratados en este conjunto de documentos, en los cuales cabe destacar la descripción de la metodología para analizar el cloro en el aire de la piscina cubierta (no tenido en cuenta en ninguna normativa) y la inclusión de nuevos tratamientos en piscinas con menor impacto para la salud, como son el ozono y el CO<sub>2</sub> como reductor de pH.

### 1.7. Alternativas futuras de los tratamientos químicos en piscinas. I+D aplicado a la desinfección de agua y piscinas ecológicas

Los tratamientos de ozono y ultravioleta pueden ser de los sistemas más eficaces en la actualidad por su gran poder bactericida, pero su coste en el mercado es elevado. Sin embargo, se consideran sistemas ecológicos ya que evitan en gran medida el uso de sustancias químicas potencialmente peligrosas y generan un menor número de subproductos de desinfección (Cassan et al., 2006; Godò, 2010; Lee et al., 2009).

Teniendo en cuenta que la ciencia avanza en el tratamiento de aguas, cabe destacar en este aspecto un nuevo sistema de desinfección de aguas desarrollado en el laboratorio AIC (Advance Innovation Center) de Chile. Dicho sistema ya ha sido sometido a un estudio piloto en un campamento de personas con escasos recursos económicos, habiendo tenido repercusión en medios internacionales como *The Washington Post* (Wadhwa, 2012). Sin embargo, todavía no existen publicaciones científicas sobre este descubrimiento.

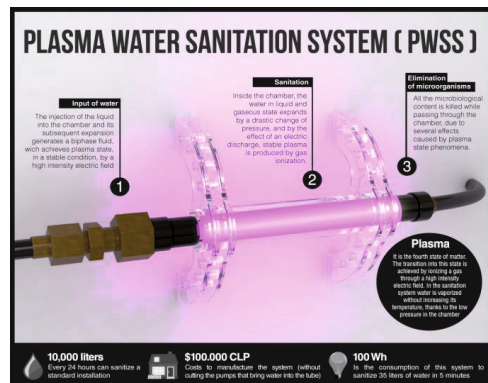


Figura 1.6. Sistema de desinfección de aguas por plasma. Disponible en <http://www.caic.cl/portfolio.htm>

Este sistema funciona sometiendo el agua a alta presión, para luego ser atomizada y acelerada a altas velocidades. Posteriormente, es expuesta a un campo eléctrico que la convierte en partículas de plasma, eliminando el 100% de las bacterias o microbios presentes, para luego volver a convertirse en agua potable, sin riesgos para la salud y con un consumo eléctrico extremadamente bajo (Advance Innovation Center, 2012). Al tratarse de un descubrimiento reciente no podemos tener la certeza de que sea susceptible de uso en piscinas cubiertas como es el caso del ozono o ultravioleta, ya que los datos de los que se dispone indican que este sistema es capaz de desinfectar 10.000 litros en 24 horas, por lo que aunque se tratase de una desinfección parcial, habría que ampliar su capacidad para trabajar con un caudal estándar de piscina (600.000 litros).



Figura 1.7. Piscina Ecológica Particular (Sánchez Rodríguez, 2011)

Por otra parte las piscinas ecológicas no suponen un aspecto novedoso ya que es un tipo de instalación vigente en Europa desde hace muchos años, aunque en España no existe como tal. Siguiendo a Sánchez Rodríguez (2011), se trata de instalaciones en las que no se precisa la utilización de productos químicos para desinfectar, ya que imitan el ciclo de la naturaleza para realizar la depuración y filtración de las aguas, mediante tierras de diferentes granulometrías y varias plantas acuáticas. La piscina ecológica es una combinación entre el estanque convencional y una piscina. Sin embargo, estas piscinas presentan dos grandes inconvenientes, siendo el primero el color característico del agua y el segundo la dificultad de plantear piscinas cubiertas de este tipo debido a que las plantas depuradoras utilizadas necesitan sol o sombra ligera así como una gran renovación de aire.



**CAPÍTULO II**  
**Efectos en la Salud de usuarios y trabajadores de los compuestos  
químicos utilizados en la desinfección del agua en piscinas  
cubiertas**

*Si alguien busca la salud, pregúntale si está dispuesto a evitar en el futuro las causas de la enfermedad; en caso contrario, abstente de ayudarle.*

Sócrates





## 2. Introducción

En la actualidad, una de las principales vías de investigación sobre las piscinas cubiertas analiza la relación del tratamiento químico utilizado en estas instalaciones con diferentes problemas de salud, tanto a corto como a medio-largo plazo. Por ello, en el desarrollo de este apartado trataremos de describir las posibles causas de estos problemas, cómo afectan los diversos tipos de tratamientos a las diferentes poblaciones y los métodos existentes para evaluar directa e indirectamente el daño que producen estos tratamientos en el organismo humano.

### 2.1. Principales sustancias nocivas para la salud resultantes del proceso de desinfección química

Los productos derivados del cloro y bromo podrían ser identificados como los primeros causantes de problemas de salud en usuarios y trabajadores de piscinas cubiertas. Sin embargo, teóricamente estas sustancias, en las concentraciones adecuadas establecidas por la normativa, no ejercen un impacto negativo en la salud a corto plazo. Con todo, cuando los valores se han disparado accidentalmente se han observado casos de irritación en las vías respiratorias, falta de aire, sibilancias, tos y descenso en los volúmenes espiratorios forzados en usuarios y trabajadores de piscinas cubiertas (Agabiti et al., 2001; Almagro Nievas, Acuña Castillo, Hernández Jerez, y Robles Montes, 2008; Bonneto et al., 2006).

En los últimos años la comunidad científica se ha esforzado en la búsqueda e identificación de los compuestos químicos nocivos para la salud que se pueden encontrar tanto disueltos en el agua como en el aire dentro de estas instalaciones, con el objetivo de determinar los efectos directos en el organismo humano a corto, medio y largo plazo, así como de reducir su producción a través de la optimización del tratamiento del agua. Estas sustancias se denominan *subproductos de desinfección* y se asocian a un gran número de patologías. Sin embargo, no se debe olvidar otro factor que puede generar grandes daños y que habitualmente no se controla, como es el cloro en el aire de la instalación.

#### 2.1.1. Subproductos de desinfección (SPD)

Los sub-productos derivados de la desinfección, conocidos en la literatura como SPD o DBPs (disinfection by products en inglés), provienen de la combinación de la sustancia química libre en agua con compuestos orgánicos nitrogenados como saliva, pelo, orina, piel, sudor, materia vegetal y lociones corporales (Kim et al., 2002; Liviac, Wagner, Mitch, Altonji y Plewa, 2010). El número de sustancias descubiertas ha ido aumentando de forma paralela al avance de las técnicas de medición, que han pasado del análisis de concentración química en agua y aire por colorimetría y posterior espectrofotometría, a

técnicas más complejas como la cromatografía de gases (Aggazzotti, Fantuzzi, Righi y Predieri, 1995, 1998; Lourencetti et al., 2010).

Las sustancias halladas han sido principalmente cloraminas, que se clasifican en monocloraminas ( $\text{NH}_2\text{Cl}$ ), dicloraminas ( $\text{NHCl}_2$ ) y tricloraminas ( $\text{NCl}_3$ ), siendo las tricloraminas las más volátiles de las tres y por tanto fáciles de encontrar en el aire de la piscina. Otros SPD generados son los trihalometanos (THM), que pueden encontrarse tanto en la lámina del agua como en el aire recinto, destacando el cloroformo o triclorometano ( $\text{Cl-3CH}$ ) y el diclorobromometano ( $\text{CHBrCl}_2$ ) (Erdinger et al., 2004; Freixa et al., 2009; Weaver et al., 2009). En la mayoría de estudios se correlaciona positivamente la concentración de estas sustancias con diversos problemas de salud, incluyendo el padecimiento de cáncer de vejiga (Villanueva et al., 2007), o efectos genotóxicos (Kogevinas et al., 2010; Liviac et al., 2010). Otros autores destacan la importancia de la mayor o menor afluencia de público en la piscina, así como la intensidad de la práctica deportiva de los nadadores en la formación de estas sustancias (Aggazzotti et al., 1998; Weng y Blatchley, 2011). Investigaciones recientes han demostrado la menor concentración de SPD en piscinas de ozono y ultravioleta combinado con cloro (Cassan et al., 2006; Lee et al., 2009; Liviac et al., 2010). Sin embargo, en piscinas de electrólisis la concentración de THM obtiene resultados diversos, siendo superior en algunos casos (Lee et al., 2009), e inferior en otros (Jacobs et al., 2007). Un estudio reciente ha descubierto más de 100 SPD en piscinas cubiertas, derivados en su mayoría de otros SPD nitrogenados respecto a los formados por materia orgánica nitrogenada. Este estudio a su vez ha encontrado una mayor cantidad de bromoformo en las piscinas de bromo respecto a las de cloro, y se ha observado que el agua de la piscina muestra los mismos niveles mutagénicos que las aguas de uso doméstico (Richardson et al., 2010).

### **2.1.2. Cloro en el aire de la instalación**

El elemento químico más común en el aire de piscinas cubiertas es cloro gas ( $\text{Cl}_2$ ) generado por una mala homogenización del producto derivado del cloro utilizado y su contacto con el reductor de pH, o bien por una dosificación de producto a velocidad elevada (Freixa et al., 2009). Este producto tiene un límite de exposición de 1,5 partes por millón de partes de aire contaminado (ppm) según el Instituto Nacional de Seguridad en el Trabajo (2007). Sin embargo, al tratarse de un parámetro no controlado directamente y dependiente de la ventilación de las piscinas cubiertas puede producir los problemas de salud mostrados en la Tabla 2.1, en función de la concentración y tiempo de exposición (Tabla 2.1).

Este procedimiento ha sido llevado a cabo en España en estudios desarrollados en diversas Comunidades Autónomas (Font-Ribera, Esplugues et al., 2010) encontrándose

unas veces valores significativamente altos, con concentraciones que supondrían problemas de salud con una exposición de 8 horas (una jornada laboral) (Burillo et al., 2009; García Calzón, 2007), y otras registrándose dentro de unos límites aceptables (Santa-Marina et al., 2009). El equipamiento empleado para llevar a cabo estas mediciones puede observarse en la Figura 2.1. Por ello, es importante destacar el control de elementos como la concentración química en el agua, pH, temperatura y ventilación para mantener este parámetro dentro de una concentración baja, con el fin de no generar problemas de salud en usuarios y trabajadores a pie de piscina (Corominas et al., 2009).

Tabla. 2.1. Incidencia del cloro en el aire de la instalación (ppm) en la salud en función de la concentración y del tiempo de exposición (Euro Chlor, 2012)

Concentración de cloro en el aire. ppm	Tiempo de exposición	RIESGOS
0,3 – 1	Detección olfativa	-
1	8 horas	Las personas predispuestas comienzan a sentirse incómodas
4	> 1	Las personas normales se sienten incómodas
10	corto 1 hora	Irritación de los órganos respiratorios Riesgo de bronquitis
30	corto 10 min.	Tos irritante grave Peligro de edema pulmonar
50	corto 1 hora	Peligro de edema pulmonar Desenlace fatal posible
500	5 min.	Desenlace fatal
1000	Instantáneo	Desenlace fatal
10000	Instantáneo	Desenlace fatal sin edema pulmonar por cese de respiración (reflejo inhibitor)



Figura 2.1. Bomba de aspiración, impingers con reactivos y espectrofotómetro UV visible

## **2.2. Efectos en la Salud de usuarios y trabajadores de los compuestos químicos utilizados en la desinfección del agua en piscinas cubiertas**

Tras identificar las sustancias irritantes susceptibles generadas en el proceso de desinfección del agua, pasamos a describir los diversos efectos que éstas pueden tener en las distintas partes del organismo en usuarios y trabajadores de piscinas cubiertas, comenzando por uno de los sistemas fisiológicos más susceptibles de recibir daño ambiental: el aparato respiratorio.

### **2.2.1. Efectos en el aparato respiratorio.**

Para desarrollar este apartado comenzaremos con las diferentes vías de evaluación de la función respiratoria y los daños en el pulmón utilizadas para la investigación de los efectos de la natación en piscinas cubiertas, para posteriormente identificar los problemas respiratorios en las distintas poblaciones que acuden a estas instalaciones.

#### *2.2.1.1. Métodos de Evaluación de la función respiratoria y el daño pulmonar*

##### **a) Evaluación de la función respiratoria a través de volúmenes forzados. La espirometría**

Para valorar el efecto de la natación en la función respiratoria, el método más utilizado es la espirometría. Esta prueba es utilizada tanto para evaluar la mejora de la capacidad ventilatoria forzada tras un programa o intervención, como para detectar posibles problemas pulmonares derivados de la práctica deportiva, del efecto de factores externos o de las propias características del deportista (Severa Pieras y Sancho Chinesta, 2008).

De acuerdo con Severa Pieras y Sancho Chinesta (2008), esta prueba permite detectar patologías del aparato respiratorio en nadadores, tales como el asma, la hiperreactividad bronquial o el bronco-espasmo inducido por el ejercicio, utilizando para ello un equipo de medición denominado espirómetro que puede ser fijo o portátil. Los protocolos o pruebas que principalmente se aplican incluyen:

- o Espirometría forzada: consistente en una inspiración máxima, no más de dos segundos de apnea y una expiración máxima hasta que no quede aire en los pulmones (intentando llegar a 6 segundos). Las repeticiones son entre 3 y 8.
- o Evaluación de respuesta al ejercicio a través de un test de esfuerzo en cicloergómetro o tapiz rodante: (Estos test también pueden ser adaptados al medio acuático si se dispone del equipamiento adecuado), generalmente consisten en un calentamiento de 2-3 minutos con una intensidad moderada baja para posteriormente realizar un esfuerzo incremental de aproximado de 4-6 minutos a

una intensidad máxima del 90% de la frecuencia cardiaca. Se realizará la espirometría forzada antes y después del ejercicio.

- o Test de hiperreactividad bronquial inducida mediante fármacos: Los más utilizados son la metacolina, histamina y carbacol, el proceso consiste en la inhalación creciente de estas sustancias bronco-constrictoras para evaluar la respuesta progresiva mediante espirometría forzada.

Según la European Respiratory Society y la American Thoracic Society (Miller et al., 2005), las variables más utilizadas derivadas de las pruebas de la espirometría son las siguientes:

- Capacidad vital forzada (FVC): Es el volumen total de aire expulsado durante una espiración de forma enérgica y forzada tras una inspiración máxima. Se expresa en litros.
- Volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV1): Es el volumen de aire espirado en una maniobra forzada en el primer segundo. Se expresa en litros.
- Flujo espiratorio máximo (PEF): Es el flujo más alto registrado en una maniobra forzada partiendo de una inspiración máxima. Se expresa en litros/segundo.



Figura 2.2. Nadador realizando espirometría a pie de piscina

Tras la realización de los test, un descenso superior a unos determinados valores límite de los porcentajes teóricos o los volúmenes ventilatorios del FEV1, FVC y/o PEF, se asocian al padecimiento de algunas de las patologías anteriormente mencionadas (Severa Pieras y Sancho Chinesta, 2008). En el ámbito de la natación, estos test han sido aplicados en estudios recientes tanto para valorar los efectos positivos de la natación en la función respiratoria de poblaciones especiales (Arandelovic, Stankovicm y Nikolic, 2007; Fernández, Roldán y Lopera, 2009; Lotshaw,

Thompson, Sadowsky, Hart y Millard, 2007) como para exponer los efectos negativos tanto a corto como a largo plazo de los tratamientos químicos (Font-Ribera, Kogevinas et al., 2010; Helenius et al., 2002).

A pesar de que estos test muestran una fiabilidad contrastada a la hora de identificar patologías del aparato respiratorio, es cierto que en poblaciones sanas pierden sensibilidad debido a múltiples factores externos como la exposición a gases y productos químicos contaminantes, exposición a tabaco, la intensidad y el volumen de actividad física, etc. Por ello, en la investigación de la función pulmonar en nadadores se han desarrollado nuevas vías de evaluación de los efectos de los tratamientos químicos, que

tratan de tener en cuenta estos factores con el fin de establecer un diagnóstico más fiable.

### **b) Bio-marcadores para la evaluación del daño pulmonar**

Los bio-marcadores hacen referencia a la presencia de un contaminante (xenobiótico) en un fluido biológico que refleja una exposición, una respuesta celular precoz, o una susceptibilidad inherente o adquirida, proporcionando una estrategia para la resolución de estos problemas (Gil Hernández, 2010).

Los bio-marcadores utilizados para evaluar la función respiratoria se clasifican dentro del grupo de respuesta (o efecto). Estos bio-marcadores indican cambios bioquímicos en un organismo como resultado de la exposición a xenobióticos. Incluyen modificaciones en la composición celular sanguínea, alteraciones en actividades enzimáticas, aparición de aductos del ADN, aumento de determinadas proteínas, e incluso aparición de anticuerpos específicos (auto-anticuerpos) contra un xenobiótico o frente a fracciones celulares (núcleo, membrana, etc.) (Gil Hernández, 2010).

La comunidad científica ha trabajado con bio-marcadores para observar los efectos tóxicos de la cloración en piscinas sobre las vías respiratorias. Estos estudios suelen tener como complemento valores espirométricos con el fin de obtener una perspectiva funcional y completa del efecto pernicioso de los SPD en el aparato respiratorio. Los principales bio-marcadores de la función pulmonar y los métodos utilizados en su análisis se desarrollarán a continuación.

#### ***I. Proteínas en Suero Sanguíneo***

##### **Proteína CC16**

Las células clara son uno de los micro-organismos del epitelio pulmonar con diversas funciones, entre las que destaca la protección de las vías respiratorias frente a agentes tóxicos inhalados, la reparación del epitelio pulmonar dañado, y la secreción de proteínas que realizan importantes actividades como las proteínas surfactantes y la proteína célula clara (CC16) (Broeckaert, Clippe, Knoop, Hermans y Bernard 2000). Esta proteína, cuya principal función es anti-inflamatoria, ha sido identificada como un indicador sensible tanto del número de células clara como de la integridad de la barrera del epitelio pulmonar. Sus mayores concentraciones están en el líquido bronco-alveolar y en el esputo, pero también se puede encontrar en el suero sanguíneo (Broeckaert et al., 2000) y en la orina (Caro y Gallego, 2008; Romberg, Bjemer y Tufvesson, 2011).

Los niveles de CC16 pueden ser interpretados según la exposición al contaminante. Así, la exposición crónica conlleva un descenso en los niveles de CC16 en suero como

indicador de la destrucción de células clara, lo que se observa en estudios realizados con fumadores, pacientes con la enfermedad denominada EPOC, y trabajadores expuestos a determinados compuestos químicos (Gil Hernández, 2010).

Por otra parte, la exposición puntual a un contaminante conlleva un aumento de los niveles de CC16 como indicador del aumento de permeabilidad entre la barrera broncoalveolar y la sangre (Gil Hernández, 2010). En el caso de la natación, el aumento de esta proteína ha sido relacionada con la actividad física y el estrés mecánico producido en el epitelio pulmonar (Carbonnelle et al., 2002; Font-Ribera, Kogevinas et al., 2010; Romberg et al., 2011). Aunque en otros estudios, se ha observado una disminución de la concentración de esta proteína asociada a la exposición a los tratamientos químicos en piscinas cubiertas durante la lactancia (Bernard et al., 2007).

### **Proteínas Surfactantes A, B y D**

Las proteínas SP-A y B forman parte del sistema surfactante del pulmón y se asocian fácilmente con fosfolípidos, encontrándose concentraciones de estas proteínas en los cuerpos laminares y la mielina tubular. Principalmente, el interés de la investigación en estas proteínas se deriva de su papel en la homeostasis del surfactante. Recientemente, se ha mostrado más interés en el papel de las proteínas SP-A Y SP-B como moléculas de defensa y sus interacciones con patógenos y células fagocíticas. Por otra parte, la proteína SP-D tiene menos relación con el sistema surfactante y su única función es la de defensa (Kishore et al., 2006; Mason, Greene y Voelker, 1998), destacándose su papel como bio-marcador en suero sanguíneo de enfermedades pulmonares como la EPOC (Sin, Leung, Gan y Man, 2007), el asma (Cheng et al., 2000; Wang, Shieh Yu y Lei, 2001) y la inflamación en las vías respiratorias inducida por alergia (Wang y Reid, 2007).

En piscinas cubiertas el aumento de la concentración en suero de estas proteínas se ha asociado a la exposición al tratamiento químico cloro, con resultados dispares. Así, en algunas investigaciones se encuentran relaciones entre las concentraciones séricas de SP-A y SP-B y la asistencia prolongada a piscinas cubiertas (Bernard et al., 2003). Mientras que las exposiciones cortas de aproximadamente una hora de nado muestran resultados contradictorios, sin registrarse diferencias en el caso de la SP-D (Font-Ribera, Kogevinas et al., 2010), o aumentando significativamente en el caso de la SP-A y B (Bernard et al., 2003; Carbonnelle et al., 2002).

### ***II. Inmunoglobulina específica***

La determinación en sangre de la inmunoglobulina específica (IgE) es una técnica de inmuno-análisis con una fase sólida, que consiste en una estructura tridimensional de celulosa, a la que va unida de manera covalente el alérgeno estandarizado. La fase sólida se pone en contacto con el suero del paciente, cuya IgE reaccionará con el alérgeno

(Tora y Moral, 2004). Dentro de la investigación en piscinas cubiertas se ha evaluado la inmunoglobulina específica con los neumo-alérgenos más comunes en poblaciones infantiles, sin encontrar diferencias significativas entre niños asistentes a las piscinas cubiertas y no asistentes (Bernard et al., 2007).

### III. Bio-marcadores en aire exhalado

#### Óxido nítrico exhalado

El óxido nítrico exhalado (eNO) es un bio-marcador no invasivo de la inflamación pulmonar, que ha sido asociado a numerosas enfermedades y problemas respiratorios como el asma, EPOC, rinitis, tos crónica, cáncer de pulmón y enfermedades ocupacionales (Kharitonov y Barnes, 2001). La principal vía de medición de este producto es el sistema de monitorización NIOX (Silkoff et al., 2004).



Figura 2.3. Sistema NIOX (Silkoff et al., 2004)

En la investigación de piscinas cubiertas, el eNO ha sido uno de los principales bio-marcadores en aire analizado, obteniendo resultados con cierta controversia en función de las poblaciones estudiadas; así, en algunos casos se han encontrado descensos significativos tras un accidente con el producto químico en piscinas cubiertas (Bonneto et al., 2006), mientras que en

otras investigaciones no se han detectado cambios significativos tras una sesión de nado (Carraro et al., 2006; Clearie et al., 2010; Font-Ribera, Kogevinas et al., 2010; Moreira et al., 2008) o diferencias entre asistentes o no asistentes a piscinas cubiertas (Pedersen, Lund, Barnes, Kharinotov y Backer, 2008).

#### Otros bio-marcadores en aire exhalado condensado

El aire exhalado condensado (EC) es un fluido obtenido a través del enfriamiento del aire durante el ciclo ventilatorio en condiciones normales, dando lugar a un método no invasivo para analizar diferentes aspectos de la biología y patologías de la función pulmonar. Una gran variedad de moléculas provenientes de la superficie de las vías respiratorias pueden ser medidas por este método, destacando las citoquinas, indicadores del estrés oxidativo y otros elementos ligados a la inflamación de las vías respiratorias como los metabolitos del ácido araquidónico (Bonneto et al., 2006).

El EC ha sido evaluado en estudios en piscinas cubiertas con una exposición breve a los SPD a través de nado, hallando la concentración de elementos como el 8-isoprostano y las citoquinas (indicadores del estrés oxidativo). Asimismo, también se han evaluado los



efectos en el organismo de accidentes en piscinas cubiertas, cuando los niveles de tratamiento químico estaban más elevados de lo habitual, a través de leucotrieno-B<sub>4</sub>, un indicador de la inflamación, sin encontrarse diferencias significativas en estos bio-marcadores tras la exposición (Bonneto et al., 2006; Font-Ribera, Kogevinas et al., 2010). No obstante, moléculas como el leucotrieno-B<sub>4</sub> y la 11β-prostaglandina F<sub>2α</sub> también pueden ser obtenidas a través del análisis de la orina, siendo utilizadas como marcadores de broncoconstricción después del nado (Romberg et al., 2011).

#### ***IV. Bio-marcadores en esputo/saliva***

La evaluación de los bio-marcadores de la función pulmonar a través del análisis del esputo es una técnica válida para las proteínas del epitelio pulmonar como mencionamos anteriormente, así como para evaluar diferentes componentes celulares de las vías respiratorias relacionadas con la hiper-reactividad bronquial y la inflamación (Helenius et al., 1998). Así, se ha demostrado que los nadadores de rendimiento tienen un porcentaje significativamente mayor de eosinófilos respecto a sujetos control (Carraro et al., 2008), y eosinófilos linfocitos obtenidos por esputo respecto a nadadores desentrenados (Helenius et al., 2002).

#### **c) Otros índices indirectos de daño pulmonar. Presencia de SPD en aire exhalado, sangre y orina**

Otro indicador del posible efecto nocivo del tratamiento químico es la presencia de SPD en el organismo, aunque no se trata de un bio-marcador, sino de un indicador indirecto de un posible daño pulmonar ya que son sustancias externas al organismo que han sido previamente inhaladas o absorbidas (Aggazzotti et al., 1998). Los SPD puede ser medidos a través del análisis del aire alveolar exhalado (Aggazzotti et al., 1995; Lourencetti et al., 2010; Lindstrom, Pleil y Berkoff, 1997; Fantuzzi et al., 2010), en sangre (Agazzotti et al., 1998), y también en orina (Caro y Gallego, 2007, 2008). El compuesto evaluado en la mayoría de investigaciones es el cloroformo, encontrándose concentraciones mayores tras la exposición, asociándose estos a inhalación de SPD a causa de la intensidad de la actividad física realizada (Aggazzotti et al., 1998). No obstante, el cloroformo está más asociado al padecimiento de cáncer (World Health Organization, 2000; Villanueva et al., 2007), aunque existen otros estudios en los que los THM están relacionados con los síntomas respiratorios sin especificar si se trata de cloroformo u otro tipo de THM (Fantuzzi et al., 2010). Los SPD más vinculados con la función pulmonar son las cloraminas, aunque no se tiene constancia de su evaluación en aire exhalado u orina en otros estudios (Nieuwenhuijsen, 2007). Sí que se han establecido relaciones entre la inhalación directa de cloraminas con los problemas respiratorios (Thickett, McCoach, Gerber, Sadhra y Burge, 2008).

**d) Las encuestas epidemiológicas utilizadas en la evaluación de los problemas respiratorios de nadadores y trabajadores a pie de piscina.**

Entre los numerosos instrumentos de análisis, debemos incluir los cuestionarios utilizados en investigación epidemiológica. Siguiendo a Fernández (2001), la epidemiología puede definirse como el estudio de la distribución y determinantes de los problemas de salud de una población específica y la aplicación de este estudio al control de los problemas de salud. En el caso particular de las piscinas cubiertas, los estudios epidemiológicos se pueden clasificar dentro de la epidemiología moderna o “risk factor epidemiology” que gira en torno a la identificación de factores de riesgo en los individuos, alejándose de los aspectos socioeconómicos.

Como ejemplos destacados podemos incluir todos aquellos estudios en los que se han incluido cuestionarios estandarizados como el “Rhinitis Quality of Life Questionnaire” (Bougault, Turmel y Boulet, 2010) o con preguntas derivadas de otros encuestas oficiales como la “European Community Respiratory Health Survey” (Jacobs et al., 2007) o en estudios de niños con el cuestionario “International Study of Asthma and Allergies in Childhood” (Nystad, Nja, Magnus y Nafstad, 2003). Tras la exposición de los diferentes métodos e instrumentos de evaluación de los problemas respiratorios asociados a la natación y las piscinas cubiertas, pasamos a describir los efectos directos observados en diversas poblaciones.

**2.2.1.2. Problemas respiratorios asociados a los tratamientos químicos de piscinas cubiertas en diferentes poblaciones****a) Beneficios en la función respiratoria**

A pesar de la presencia de sustancias nocivas en aire y agua, la práctica de la natación tiene efectos positivos en la función respiratoria gracias a las características particulares de este deporte y el medio en el que se realiza. Un ejemplo de ello, es que los nadadores de rendimiento suelen obtener mayores volúmenes respiratorios que los atletas de otras disciplinas y un desarrollo de la función pulmonar superior al normal (Silvestri et al., 2012). Por otra parte, la humedad en el ambiente es beneficiosa para que no se produzcan bronco-espasmos en pacientes asmáticos (Matsumoto et al., 1999). Otros estudios, destacan la mejora en parámetros respiratorios como el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV1) y la capacidad vital (FVC) tras la práctica de un programa de natación en una población con sujetos sanos y asmáticos (Fernández et al., 2009), produciéndose el mismo efecto en sujetos con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) (Lotshaw et al., 2007; Wandell, Sundenlin, Henriksson-Larsén y Lundgren, 2004). Del mismo modo, se han realizado intervenciones semejantes en sujetos asmáticos en piscinas con agua caliente, no cloradas, obteniendo unas mejoras en el FEV1, la FVC y el flujo espiratorio máximo (PEF) (Arandelovic et al., 2007).

**b) Problemas respiratorios asociados a los tratamientos químicos de piscinas en lactancia e infancia**

A pesar de que la investigación de los efectos nocivos de los tratamientos químicos en el agua se ha venido desarrollando durante décadas, han sido principalmente los estudios en poblaciones infantiles los que probablemente han hecho saltar las alarmas sociales relativas a los posibles efectos de los SPD en la salud de los nadadores y los que han hecho desarrollar un mayor número de investigaciones sobre esta población como puede observarse en la Tabla 2.2. Dentro de estas investigaciones cabe destacar el estudio comparativo transversal entre poblaciones de niños no asistentes a la piscina versus niños nadadores y/o asistentes a la piscina. En este estudio los niños que habían asistido a una piscina cubierta durante la lactancia mostraron valores menores de los bio-marcadores en suero sanguíneo CC16 y SP-D respecto a los niños que no habían asistido, indicando daño en las células clara y alteraciones en la barrera del epitelio pulmonar. No obstante, no se observaron diferencias en las concentraciones de IgE y el eNO. Así mismo, los hallazgos se correlacionaron con el padecimiento de asma y bronquitis durante la adolescencia (Bernard et al., 2007). En otra investigación, se encontró un incremento de la cantidad de proteínas SP-B y SP-A tras una hora de exposición al ambiente de la piscina estableciéndose la asistencia a la piscina como el mayor marcador de las alteraciones en la barrera del epitelio pulmonar (Bernard et al., 2003). Un estudio ecológico del mismo grupo de investigación asoció la existencia de piscinas cubiertas y que utilizaban diferentes productos desinfectantes en determinadas zonas de los países europeos con el padecimiento de asma infantil (Nickmilder y Bernard, 2007). Estas investigaciones han sido cuestionadas por algunos autores, en parte por las limitaciones de los estudios ecológicos y la falta de medición de tricloraminas en aire y agua de la piscina para establecer correlaciones (Eggleston, 2007), así como la no especificidad de variables como el eNO, que puede verse alterado en invierno por la presencia de virus e infecciones (Nieuwenhuijsen, 2007).

Nystad et al. (2003), establecieron un porcentaje significativamente más alto de padecimiento de infecciones respiratorias y auditivas en niños que habían asistido durante la lactancia a natación respecto a los niños que no lo habían hecho. En la misma línea Kohlhammer, Döring, Schäfer, Wichmann y Heinrich (2006), observaron que la asistencia a la piscina durante la edad escolar tiene una relación directa con una mayor sensibilidad a los alérgenos, y Schoefer et al. (2008) hallaron un mayor índice de infecciones en las vías aéreas de bebés nadadores con menos de un año, así como una mayor probabilidad de padecer asma a los 6 años.

Tabla. 2.2. Estudios sobre efectos en la salud de los tratamientos químicos en piscinas durante la lactancia e infancia

Referencia	Variables de Evaluación	Grupo experimental / Control (n)	Edad (años)	Principales Hallazgos
Carbonnelle et al., 2002	Concentraciones de SP-A, SP-B y CC16 en suero.	16	-	Se produjo un aumento de la concentraciones de SP-A, B aumentaron tras 1 hora en una piscina de cloro pero no en la piscina de ionización cobre-plata
Bernard et al., 2003	Estudios 1 y 2: Concentraciones de CC16 SP-A y S-B e IgE en suero, Estudio 3: PEF valorado por test de broncoconstricción	Estudio 1: 235 Estudio 2:16 Estudio 3: 1881	E1: 8-12 E2: 5-14 E3: 7-14	E1: La asistencia a la piscina es la variable que más afecta a la concentraciones de SP-A, SP-B y CC16 E2: Tras una hora de exposición en una piscina no se observaron cambios en las variables E3: La asistencia a piscinas está relacionada con el padecimiento de asma
Nystad et al., 2003	Cuestionario sobre infecciones del tracto respiratorio	2862	6-16	Un mayor porcentaje de niños que asistieron a natación para bebés padecieron infecciones del tracto respiratorio respecto a los no asistentes
Lagerkvist et al., 2004	Concentraciones de CC16 en suero, volúmenes espiratorios forzados	20 / 34	10-11	Tras realizar una hora de ejercicio en exteriores, niños asistentes a piscinas y no asistentes tuvieron cambios en la concentración de CC16 así como en los volúmenes espiratorios forzados
Bonnetto et al., 2006	Concentraciones de CC16 e IgE en suero, eNO, leucotrieno B4 en aire exhalado, volúmenes espiratorios forzados	10	6-12	La exposición a cloro gas debido a un accidente en la piscina produjeron, un descenso en los porcentajes teóricos de VEF1 Y FVC, niveles elevados de leucotrieno B4 en aire exhalado y CC16 en suero y niveles bajos de eNO.
Carraro et al., 2006	eNO	141 /100	7-9	No hay en los niveles de eNO diferencias entre los niños asistentes a la piscina con los que no asisten
Kohlhammer et al., 2006	Historial clínico y cuestionario sobre hábitos y síntomas respiratorios	2606	35-74	Existe relación entre la asistencia a piscinas cubiertas durante la etapa escolar con el posterior padecimiento de rinitis alérgica
Bernard et al., 2007	Concentraciones CC16 y SP-D e IgE en suero, eNO, test de broncoconstricción	341	13-16	Los niños que asistieron a la piscina durante la lactancia mostraron niveles más altos de SP-D y más bajos de CC16
Schoefer et al., 2008	Historial clínico y cuestionario sobre hábitos y síntomas respiratorios	2192	1-6	Se producen un mayor porcentaje de infecciones en las vías aéreas de bebés nadadores con menos de un año respecto a bebés no nadadores, así como la asistencia prematura a la piscina está relacionada una mayor probabilidad de padecer asma a los 6 años
Font-Ribera et al., 2009	Cuestionario sobre hábitos y síntomas respiratorios durante 12 meses	3223	9-12	Existe relación entre la asistencia de la piscina durante lactancia e infancia con síntomas de asma y rinitis alérgica
Voisin et al., 2010	Historial clínico y cuestionario sobre hábitos y síntomas respiratorios	430	5-6	Existe relación entre la asistencia a la piscina durante la lactancia e infancia con el padecimiento de bronquiolitis

Un estudio similar llevado a cabo en España por Font-Ribera et al. (2009), asoció ligeramente la asistencia durante el periodo de lactancia a piscinas con una mayor presencia de rinitis alérgica, y síntomas de asma. Otra investigación muestra cómo los niños que asisten a piscinas cubiertas padecen en mayor porcentaje bronquiolitis en comparación con los que no lo hacen (Voisin, Sardella, Marcucci y Bernard, 2010). En un estudio comparativo entre deportes, los niños que practican natación perciben significativamente más síntomas de enfermedades respiratorias que niños que practican fútbol (Lévesque et al., 2006).

Bonetto et al. (2006), estudiaron los efectos de una exposición accidental al cloro gas en niños asistentes a una piscina cubierta, observando aumentos en la concentración sérica de CC16, leucotrienos B4, y un descenso del eNO y de los volúmenes espiratorios forzados FEV1 y FVC. Sin embargo, y de forma contraria existen trabajos donde no se encontraron diferencias significativas en la concentración de CC16 en suero de niños tras a la asistencia a una piscina cubierta de cloro, aunque si se observo un incremento en las proteínas surfactantes SP-A y SPB (Carbonnelle et al., 2002). De la misma manera, no se hallaron cambios en la concentración sérica de CC16 de niños nadadores respecto a no nadadores tras la práctica de ejercicio al aire libre (Lagerkvist et al., 2004). Del mismo modo, otros estudios no encontraron diferencias en la cantidad de eNO entre niños que asistían dos horas a la semana a la piscina respecto a los que no (Carraro et al., 2006).

### **c) Problemas respiratorios asociados a los tratamientos químicos de piscinas en población adulta**

La investigación en adultos nadadores recreacionales es menor (Tabla 2.3), probablemente por la gran cantidad de estudios relativos a poblaciones más expuestas (como nadadores de rendimiento o trabajadores) o más sensibles (niños) al tratamiento químico en piscinas cubiertas. No obstante, investigaciones recientes han focalizado su atención en los posibles efectos perniciosos en la función pulmonar a causa del nado en piscinas cubiertas en adultos cuya práctica era recreativa y no deportiva. Font-Ribera, Kogevinas et al. (2010) analizaron el efecto de una única sesión de 40 minutos en 48 adultos no fumadores, utilizando como variables la permeabilidad del epitelio pulmonar a través de las proteínas CC16 Y SP-D, la valoración de la inflamación de las vías respiratorias con eNO, la evaluación de 8-isoprostano y algunas citoquinas como indicadores del estrés oxidativo, así como la valoración de los volúmenes ventilatorios forzados. Estos autores, encontraron un aumento significativo de la proteína CC16, correlacionada a su vez con la energía consumida durante el nado (en Kilocalorías).

Por otra parte, existen estudios epidemiológicos en adultos como el llevado a cabo por Ferrari et al. (2012), donde se evaluaron los síntomas respiratorios asociados al asma en adultos nadadores que practican la natación durante su tiempo de ocio. Los resultados

indican que una mayor asistencia en horas conllevaba el padecimiento de un número mayor de síntomas respiratorios asociados al asma, aunque comparando los nadadores con una muestra de la población general, los primeros presentaban unos síntomas respiratorios inferiores.

Tabla. 2.3. Estudios sobre efectos en la salud de los tratamientos químicos en piscinas en población adulta

Referencia	VARIABLES DE EVALUACIÓN	Grupo experimental / Control (n)	Edad (años)	Principales Hallazgos
Carbonnelle et al., 2002	Concentración de SP-A, SP-B y CC16 en suero	13	-	No se produjeron cambios en la concentración de CC16, sin embargo se produjo un incremento en la concentración de SP-A, SP-B tras una hora de exposición
Bernard et al., 2003	Concentración de SP-A, SP-B y CC16 en suero	13	26-47	Se produjo un incremento en la concentración de SP-A, SP-B tras una hora de exposición
Font-Ribera, Kogevinas et al., 2010	Concentración en suero de CC16 y SP-D, 8 isoprostano en aire exhalado, 8 citoquinas, volúmenes espiratorios forzados, eNO	48	24-36	Incremento de la concentración de proteína CC16 sérica tras 40 minutos de nado
Ferrari et al., 2011	Cuestionario	1136/2166	23-38	Una mayor asistencia medida en horas conlleva el padecimiento de un número mayor de síntomas respiratorios asociados al asma, Comparando los nadadores con la población control, los primeros presentan unos síntomas respiratorios inferiores

#### **d) Problemas respiratorios asociados a los tratamientos químicos de piscinas en nadadores de rendimiento**

El impacto en la salud de los tratamientos químicos del agua en piscinas ha sido estudiado en profundidad en los nadadores de rendimiento por la mayor duración de su exposición y la intensidad del ejercicio que les hace inhalar una mayor cantidad de SPD presentes en la lámina de agua (Aggazzotti et al., 1998; Carbonnelle et al., 2002; Edinger et al., 2004). En la Tabla 2.4 se puede observar un resumen de las principales características de los estudios identificados para este apartado.

Tabla. 2.4. Estudios sobre efectos en la salud de los tratamientos químicos en piscinas en nadadores de rendimiento

Referencia	VARIABLES DE EVALUACIÓN	Grupo experimental / Control (n)	Edad (años)	Principales Hallazgos
Zwick et al., 1990	Respuesta bronquial a la metacolina, metacolina, radioalergo-absorbancia y test de piel, Medición de células de defensa en sangre	14/14	-	Existe una sensibilidad a los alérgenos y mayor respuesta bronquial a la metacolina en nadadores respecto a grupo control
Helenius et al., 1998	Respuesta bronquial a la histamina, cuestionario, valoración de eosinofitos por esputo	29/19	-	Mayor número de eosinófilos y neutrofilos en aire exhalado y mayor respuesta bronquial a la histamina en nadadores de competición respecto a sujetos control
Helenius et al., 2002	Respuesta bronquial a la histamina, cuestionario, valoración de eosinofitos por esputo	26	21-26	Mayor incremento de hiperreactividad bronquial y eosinofitos en esputo en nadadores en activo respecto a nadadores retirados durante 5 años
Carbonnelle et al., 2002	Concentraciones de SP-A, SP-B y CC16 en suero	16	-	Incremento de las proteínas SP-A, SP-B en suero de nadadores en la piscina de cloro, pero no en una piscina de ionización cobre-plata. Incremento de la concentración de CC16 en ambas piscinas
Lévesque et al., 2006	Cuestionario, Volúmenes espiratorios forzados	145	12-16	Nadadores de competición mostraron más síntomas respiratorios que futbolistas tras un periodo de entrenamiento
Moreira et al., 2008	eNO	30	15-17	No se producen cambios en eNO exhalado en nadadores de competición tras una sesión
Pedersen et al., 2008	eNO, eosinofitos en esputo, test de respuesta a la metacolina	110	12-16	No existen diferencias en eNO, contenido de esputo, reacción a metacolina, entre asmáticos, nadadores y control
Clearie et al., 2010	Pico espiratorio nasal y tidal forzado, eNO, test de broncoconstricción por ejercicio	36	11-26	No se producen cambios en eNO exhalado, pico espiratorio nasal forzado tras dos horas de entrenamiento
Bougault et al., 2010	Respuesta bronquial a la metacolina, cuestionario	39/30	16-27	Existen más síntomas alérgicos y una mayor respuesta a la metacolina en nadadores respecto a control. En un periodo de descanso los síntomas se igualan

Romberg et al., 2011	Concentraciones de CC16, leucotrieno B4 y 11β-PGF2α en orina, Respuesta bronquial al manitol	101	-	Incremento de la concentración de CC16 en orina tras una hora de entrenamiento en nadadores de competición. No hay cambios en la respuesta bronquial al manitol
Silvestri et al., 2012	Respuesta bronquial a la metacolina, Volúmenes espiratorios forzados, Cuestionario	34	7-19	Un alto porcentaje de nadadores analizados presentan síntomas de asma, sensibilidad a alérgenos e hiperreactividad bronquial. Los valores de VEF y CVF están por encima de su desarrollo

Así, los primeros estudios establecían la existencia de una mayor respuesta bronquial a la metacolina en nadadores de rendimiento, como síntoma de la hiper-reactividad bronquial, respecto a un grupo control (Zwick, Popp, Budik, Wanke y Rauscher, 1990). En la misma línea, el único estudio longitudinal que hemos podido encontrar, establece unos mayores índices de hiper-reactividad bronquial y de eosinófilos y linfocitos (indicadores de la inflamación de las vías respiratorias) en nadadores activos respecto a nadadores retirados, volviendo a valores normales los nadadores retirados tras un periodo de inactividad (Helenius et al., 2002).

Uno de los parámetros más estudiados en nadadores es el eNO, el cuál además de recibir críticas negativas por su baja especificidad como vimos anteriormente, no muestra diferencias significativas tras la exposición a los productos de desinfección en nadadores de competición (Clearie et al., 2010; Moreira et al., 2008), así como comparando nadadores con poblaciones control (Pedersen et al., 2008).

Carbonelle et al. (2002) evaluaron las proteínas indicadoras de alteraciones en el epitelio pulmonar SP-A, SP-B y CC16 en el suero de nadadores entrenados, además de comparar su concentración en función del tratamiento químico utilizado (cloro o cloro combinado con ionización cobre y plata). Los resultados mostraron que las concentraciones de SP-A, SP-B y CC16 aumentaron significativamente tras 45 minutos en la piscina de cloro, mientras que en la piscina de ionización cobre y plata sólo se vieron incrementadas las concentraciones de SP-A y SP-B. Otros investigadores han evaluado el efecto del test de provocación bronquial con manitol en la concentración de CC16 en orina en comparación con el ejercicio durante una hora en nadadores de élite en piscinas cloradas, encontrando que no se producen cambios en la concentración de CC16 tras el test de respuesta bronquial al manitol, pero sí tras el ejercicio. Lo que indica que la concentración de CC16 en orina es un marcador sensible de estrés del epitelio pulmonar (Romberg et al., 2011).



Por otra parte, existen también estudios epidemiológicos, como en el que se compara la frecuencia de percepción de síntomas de rinitis alérgica en nadadores y población control, donde se observa una percepción significativamente mayor durante el entreno en los nadadores, sin mostrar diferencias después del entreno entre las dos poblaciones (Bougault, et al., 2010). Asimismo, estudios recientes han demostrado que los nadadores de rendimiento poseen unos volúmenes ventilatorios forzados superiores a otros atletas, aunque también poseen una mayor probabilidad de sufrir hiperreactividad bronquial (Silvestri et al., 2012)

#### **e) Problemas respiratorios asociados a los tratamientos químicos en trabajadores a pie de piscina: Socorristas y monitores**

Los socorristas acuáticos, monitores y entrenadores constituyen otra de las poblaciones que están expuestas durante una mayor cantidad de horas a los SPD que se producen como consecuencia de la desinfección del agua de las piscina, debido a que el cloroformo y las tricloraminas se encuentran en estado volátil en el ambiente de la piscina cubierta y su principal vía de absorción en el organismo es la inhalación (Aggazzotti et al., 1998, Edinger et al., 2004). Por este motivo los sujetos pueden padecer problemas respiratorios sin sumergirse en el agua. A pesar de que esta inhalación no sea tan intensa como la que se da en nadadores de rendimiento, una exposición prolongada diaria puede desembocar también en incomodidad y/o problemas de salud en las vías respiratorias.

Como puede apreciarse en la Tabla 2.5 los estudios del impacto de los SPD en la función respiratoria de trabajadores de piscinas son semejantes a los expuestos en el apartado anterior. Massin et al. (1998) realizaron un cuestionario relativo a problemas de salud a socorristas, así como unas pruebas para evaluar la respuesta bronquial a la metacolina, y encontraron una relación entre los niveles de cloraminas en agua y ambiente con problemas de salud como irritación de ojos, nasal y garganta, pero no con la hiperreactividad ni con los síntomas crónicos de enfermedad respiratoria (Thickett et al. 2002). Otro estudio analizó los niveles de cloraminas en aire con cromatografía de gases, correlacionándolos positivamente con los síntomas de problemas respiratorios en trabajadores a pie de piscina (Jacobs et al., 2007). Una investigación similar estableció diferencias entre los síntomas respiratorios según el nivel de SPD (Trihalometanos), percibiendo síntomas de asma y bloqueo de nariz significativamente en mayor grado los sujetos con mayor nivel de SPD en aire alveolar exhalado (Fantuzzi et al., 2010). La principal limitación de este estudio es la no diferenciación entre THM exhalados, lo que no nos permite conocer qué compuestos se relacionan directamente con los problemas percibidos por esta población. Asimismo, en dos de estos estudios se comparó a los trabajadores según su puesto de trabajo, obteniendo una percepción de síntomas de problemas de salud significativamente mayor los trabajadores a pie de piscina

(socorristas y monitores) respecto a otro tipo de empleados (repcionistas, camareros, operarios) (Fantuzzi et al., 2010; Jacobs et al., 2007).

Tabla. 2.5. Estudios sobre efectos en la salud de los tratamientos químicos en piscinas en trabajadores a pie de piscina

Referencia	Variabes de Evaluación	Grupo experimental / Control (n)	Edad (años)	Principales Hallazgos
Massin et al., 1998	Concentración de Cloraminas en aire, Respuesta bronquial a la metacolina, cuestionario	336	25-45	Existe relación entre los niveles de cloraminas en aire y la percepción de irritación de garganta en socorristas.
Thickett et al., 2002	Test de respuesta respiratoria a tricloramina, Cuestionario	3	33-49	Existe relación entre las cloraminas existentes en el aire de la instalación con el desarrollo de asma ocupacional
Jacobs et al., 2007	Valoración de cloraminas en el aire de la piscina, Cuestionario	624 /2177	16-67	La mayor exposición a las cloraminas está relacionada con la percepción de un mayor padecimiento de síntomas respiratorios La media de problemas respiratorios percibidos fue significativamente mayor que la del grupo control
Caro y Gallego, 2007	Concentración de THM en orina a través de cromatografía de gases	14 Trabajadores 10 Nadadores	23-50	La concentración de THM fue superior en nadadores tras una hora de nado respecto a trabajadores tras 4 horas de jornada
Caro y Gallego, 2008	Concentración de THM en aire alveolar, orina y ambiente de la piscina a través de cromatografía de gases y espectrofotometría	15 Trabajadores 12 Nadadores	21-45	La concentración de THM se multiplicó por 8 en aire alveolar exhalado y por 8 en la orina de los trabajadores tras dos horas de exposición. La concentración de THM se multiplicó por 20 en aire exhalado y por 3 en orina tras una hora de nado en nadadores. Existió correlación entre los niveles de THM en el agua y aire de la instalación con la existente en el organismo de trabajadores tras la exposición
Fantuzzi et al., 2011	Trihalometanos en aire exhalado y en el aire de la instalación, Cuestionario	133	-	Relación de THM en aire exhalado con el padecimiento de disnea/asma o bloqueo de nariz en trabajadores de piscina

En España, se ha evaluado la concentración de trihalometanos (cloroformo y bromodiclorometano) en orina y aire exhalado en trabajadores a pie de piscina y nadadores, observándose que los nadadores obtienen una mayor concentración de trihalometanos en orina y aire exhalado tras una hora de nado con cierta intensidad respecto a los trabajadores tras 4 horas de exposición. Asimismo, en este estudio se ha correlacionado los niveles de THM en agua con los encontrados en la orina de trabajadores y nadadores (Caro y Gallego, 2007). En otro estudio semejante, tras una exposición de una hora de nado, los niveles de THM en nadadores se multiplican por 20 en el aire exhalado y por 3 en orina, mientras que una exposición de 2 horas al borde de la piscina hace que los niveles de THM en trabajadores se multipliquen por 8 en aire exhalado y por 2 en orina, demostrándose en este estudio una mayor sensibilidad en la medición del aire exhalado respecto a la orina (Caro y Gallego, 2008).

### **2.2.2. Efectos oculares**

Los efectos irritantes del cloro en los ojos se atribuyen al carácter oxidante de los productos y subproductos químicos utilizados en el agua y a su presencia en forma volátil (Drobnic, 2009). Asimismo, los derivados del cloro utilizados en piscinas cubiertas son potencialmente dañinos para la barrera protectora de la córnea, haciendo muy recomendable llevar gafas durante el nado (Ishioka et al., 2008).

Por otra parte, en accidentes en piscinas cubiertas donde se ha generado cloro gas (Cl<sub>2</sub>) a través de la mezcla del reductor de pH (ácido) con el tratamiento químico (hipoclorito), se han observado síntomas de irritación ocular en un 50% de los niños y en un 61% de los adultos nadadores (Agabiti et al., 2001). Mientras que en España, un 17% de niños menores de 15 años, un 25% de sujetos con 15-30 años y un 24,2% de adultos mayores de 30 años asistentes a la piscina en otro accidente semejante percibieron el mismo problema (Almagro Nieves et al., 2008).

En un estudio de Fantuzzi et al. (2010), se observó que los trabajadores a pie de piscina (socorristas y monitores) mostraron altos porcentajes de enrojecimiento de ojos (58%) y picor de ojos (50%) respecto a otros trabajadores de la instalación (repcionistas y operarios).

### **2.2.3. Efectos dermatológicos**

Siguiendo a Drobnic (2009), los daños producidos por los productos de desinfección en nadadores se resumen en eccema, piel sensible, seca o pruriginosa. El principal problema percibido en piscinas cubiertas es la piel sensible (o reactiva, hiper-reactiva) que se define como la aparición de una sensación de picazón, ardor u hormigueo (posiblemente de dolor o prurito), debido a diversos factores, que puede producirse a causa de un proceso físico (radiación ultravioleta, calor, frío, viento), químico

(cosméticos, jabón, agua, contaminación), psicológico (estrés) u hormonales (ciclo menstrual) (Saint-Martory et al., 2008). En este caso hay que tener en cuenta que cerca del 50% de los humanos tenemos una cierta hipersensibilidad a ciertas sustancias, por lo que somos, en general, sensibles a diversos biocidas no específicos como el cloro o el bromo (Drobnic, 2009). Basler et al. (2000), realizaron una revisión identificando otros problemas dermatológicos además de la piel sensible padecidos por los nadadores mostrando las siguientes afecciones en piscinas cubiertas:

- Xerosis: Producida generalmente en los meses de invierno, por la disolución del sebo de las glándulas sebáceas y el gradiente osmótico producido cuando el cuerpo se sumerge en agua, eliminando la hidratación de las capas externas de la piel. Sin embargo, este problema también está asociado a las duchas de agua caliente que suelen tomar los nadadores después de la sesión, o a ducharse más de una vez al día.
- Acné acuático: Este trastorno puede producirse por la oclusión de los orificios foliculares de la piel causada por el cloro. Aunque también se asocia a la utilización excesiva de aceites corporales.
- Pelo verde: Este particular fenómeno ocurre únicamente en nadadores con largas exposiciones en piscinas cubiertas y que tengan el pelo rubio, blanco o gris. El aspecto “verde” del pelo es debido a la acción del desinfectante químico así como a la de aguas con alto contenido en plata. Este problema afecta más a los niños, pero afortunadamente se trata de un problema únicamente estético.

Los trabajadores a pie de piscina también han sido evaluados en otras investigaciones, obteniéndose que de 82 socorristas/monitores, un 22% de éstos han percibido en alguna ocasión irritación de piel (Fantuzzi et al., 2010). Por otra parte, en un estudio en los que se encuestó a 190 hidroterapeutas que trabajaban en el ambiente de la piscina, el 83% de éstos reportó prurito, el 62% eritema y el 48% xerosis (Lazarov et al., 2005).

#### **2.2.4. Efectos en el aparato auditivo**

Siguiendo a Wang, Liu, Shiao y Wang (2005), el problema auditivo más frecuente encontrado en nadadores es la otitis externa, esta se produce debido a la humedad y temperatura propia de las piscinas cubiertas, que junto al pH y el producto químico del agua elimina la barrera protectora del oído externo (cerumen) permitiendo el crecimiento de bacterias. Estos autores también identifican la otomicosis como un problema auditivo susceptible de producirse en piscinas cubiertas, debido a la temperatura y viscosidad del fluido que propicia el crecimiento de hongos.

Sin embargo, los problemas auditivos de gravedad tienen lugar en el oído medio e interno a causa de bajas temperaturas y bruscos cambios de presión. Además, su

percepción es poco frecuente en los usuarios de piscinas ya que la mayoría tienen contraindicada la práctica de la natación si padecen un problema auditivo grave (Wang et al., 2005). Más aún, un estudio reciente indica que los sujetos que utilizan tapones para los oídos en piscinas cubiertas tienden a percibir daño o dolor auditivo (Fernández-Luna, Burillo, Felipe, Plaza-Carmona, Sánchez-Sánchez y Gallardo, 2011) ya que el uso de tapones permite una maceración de la zona por exceso de humedad, provocando inflamación e infecciones (Drobnic, 2009).

## **2.2.5. Otros efectos en la salud**

### **2.2.5.1. Efectos Dentales**

La acidez excesiva del medio acuático puede provocar erosión dental, sin embargo no es un problema propio de los tratamientos químicos sino de un descenso excesivo del valor de pH, por debajo de 3 (Wiegand y Attin, 2007).

### **2.2.5.2. Efectos genéticos**

Siguiendo a Villanueva et al. (2007), una exposición prolongada a los THM está asociada al padecimiento de cáncer de vejiga, produciéndose su absorción a través de la ducha, la ingestión, y la asistencia a piscinas cubiertas. Otros autores destacan que la principal vía de absorción de los THM es la inhalación, superando a la absorción dermal, siendo la ingestión la vía en la que se absorbe menos THM (Aggazzotti et al., 1998, Weisel et al., 2008).

En un estudio reciente de Kogevinas et al. (2010) se analizaron los cambios genéticos y los efectos mutagénicos de los THM en nadadores tras un nado de 40 minutos en una piscina clorada. Los resultados mostraron un aumento de 7 veces la cantidad de SPD (THM y cloraminas) en aire exhalado, además de un incremento significativo en la mutagenicidad de la orina tras el nado. Asimismo, una investigación anterior que incluyó 128 pacientes con melanoma y 168 sin cáncer de piel con exposición al sol controlada, estableció que la asistencia durante la infancia (antes de 15 años) a piscinas cloradas conlleva un riesgo significativo de padecer melanoma de piel (Basler et al., 2000).



## **SEGUNDA PARTE: ANÁLISIS EMPÍRICO**

*La ciencia se compone de errores, que a su vez son pasos hacia la verdad.*

Julio Verne





## CAPÍTULO III

### Planteamiento del problema de investigación

*No podemos resolver problemas pensando de la misma manera que cuando los creamos.*

Albert Einstein



### 3.1. Planteamiento del problema

La práctica de la natación ha sufrido una notable evolución a lo largo de los últimos años, creándose para ello diferentes y cada vez mejores instalaciones que permiten su práctica durante todo el año. Sin embargo, a pesar de los avances en la maquinaria, infraestructuras y locales, el tratamiento químico del agua más utilizado sigue siendo el cloro y, en este sentido, los usuarios y trabajadores a pie de piscina manifiestan diversas quejas por problemas de salud asociados al tratamiento químico. Se registran por otra parte a menudo accidentes, a veces con consecuencias graves para las personas presentes en la instalación (Tabla 3.1).

Tabla 3.1. Noticias sobre efectos en la salud y accidentes relacionados con los tratamientos químicos en piscinas

Titular	Detalle	Fecha y Fuente
Seis niños continúan hospitalizados tras intoxicarse en la piscina de La Puebla.	Tres ambulancias se desplazaron hasta el recinto municipal y atendieron a los menores suministrándoles oxígeno porque presentaban insuficiencia respiratoria. Tras esta asistencia, algunos niños se repusieron, pero otros tuvieron que ser trasladados a un centro hospitalario. Fuentes municipales han indicado que desconocen dónde puede estar el origen del problema, pero apuntan que podría estar relacionado con una anomalía en la cantidad de cloro que debía tener el agua (...).	1/8/2012 <a href="http://www.heraldo.es">http://www.heraldo.es</a>
Ocho intoxicados por cloro en la piscina del Club Natació Barceloneta.	Un comunicado del Ayuntamiento de Barcelona ha aumentado a ocho los afectados por la nube de cloro causada por un vertido de este producto químico en la piscina cubierta del Club Natació Barceloneta, que ha sido desalojado de emergencia por los bomberos de Barcelona. El resultado inicial de intoxicados era de seis.	28/3/2012 <a href="http://www.elpais.com">http://www.elpais.com</a>
"El cloro te va deteriorando, lentamente, pero estás expuesto y pasa factura". Desde la federación de socorristas aseguran que producen muchos accidentes.	<i>"Por la experiencia propia y de compañeros que han trabajado en este tipo de instalaciones, el cloro provoca problemas respiratorios, daña las cuerdas vocales, perjudica nariz, garganta, ojos, desarrolla alergias en la piel... Otra cosa es que no quieran reconocerlo como enfermedad profesional, pero nosotros no olvidamos que el cloro, que se evapora fácilmente, es un elemento abrasivo".</i> Portavoz de la federación.	14/9/2010 <a href="http://www.telecinco.es/informativos">http://www.telecinco.es/informativos</a>
Sufren quemaduras en la piel por el bromo usado en una piscina municipal.	La irritación de la piel se ha ido agravando con el paso del tiempo, «durante tres años hemos estado expuestos a esto sin saberlo» declara Ana Martínez. Las manchas que el bromo ha producido en algunos de estos usuarios son permanentes y muy difíciles de hacerlas desaparecer. Por el momento el personal responsable de la piscina municipal no se ha pronunciado.	12/2/2010 <a href="http://www.laverdad.es/">http://www.laverdad.es/</a>

Por tanto, el eje central de investigación sobre el que giran los estudios que se han llevado a cabo es la determinación de qué tratamientos químicos son más beneficiosos para la salud de usuarios y trabajadores, así como cuáles son más idóneos para la correcta gestión y mantenimiento de piscinas cubiertas.

### **3.2. Objetivos e hipótesis de la investigación**

Como consecuencia del planteamiento del problema se generan tres elementos: objetivos de investigación, preguntas de investigación y justificación de la investigación.

Todo lo cual nos lleva a plantear como fundamental la siguiente pregunta o cuestión de investigación:

***¿Pueden los nuevos tratamientos de agua en piscinas cubiertas (ultravioleta, ozono y electrólisis salina) tener menos efectos negativos en la salud de las personas y mejorar el mantenimiento de la instalación respecto a los tratamientos tradicionales (cloro y bromo)?***

Mediante la reflexión sobre este interrogante y partiendo de los problemas anteriormente expuestos, se han diseñado tres estudios que dan respuesta a los objetivos e hipótesis que a continuación se plantean.

#### **3.2.1. Estudio 1. Análisis de las características de los tratamientos químicos según los encargados de mantenimiento de piscinas cubiertas**

En el estudio 1 con una metodología cualitativa se plantea el objetivo: *Analizar la opinión de los encargados de mantenimiento sobre aspectos económicos, ecológicos y de rendimiento, así como los efectos en la salud en personas de los diferentes tratamientos químicos utilizados en piscinas cubiertas en la actualidad.*

#### **3.2.2. Estudio 2. Problemas de Salud percibidos por usuarios y trabajadores a pie de piscina en piscinas cubiertas de Castilla-La Mancha y Madrid**

En el estudio 2, se establece el objetivo: *Identificar los problemas de salud percibidos y la satisfacción existente en las piscinas cubiertas de Castilla-La Mancha y Madrid. Así como establecer comparaciones en función del tratamiento químico utilizado en el agua.*

Además se plantean las siguientes hipótesis:

**Hipótesis 1ª.-** *Los nadadores con problemas de salud previos perciben significativamente con mayor frecuencia problemas de salud que los nadadores sanos.*

**Hipótesis 2ª.-** *Los nadadores de rendimiento perciben significativamente con mayor frecuencia problemas de salud respecto a los nadadores de ocio.*

**Hipótesis 3ª.-** Los nadadores con más experiencia perciben significativamente más a menudo problemas de salud.

**Hipótesis 4ª.-** La satisfacción con el agua de la piscina es significativamente más baja en los nadadores con mayor experiencia.

**Hipótesis 5ª.-** Los usuarios perciben significativamente con mayor frecuencia problemas de salud en las piscinas con tratamientos tradicionales (cloro y bromo) respecto a las piscinas con tratamientos alternativos o complementarios (electrólisis salina, ozono y ultravioleta)

**Hipótesis 6ª.-** La satisfacción con el agua de la piscina de los usuarios es significativamente más baja en las piscinas de cloro y bromo que en el resto de los tratamientos químicos

**Hipótesis 7ª.-** La percepción de olor químico es significativamente mayor en la piscina de cloro respecto al resto de tratamientos en usuarios y trabajadores a pie de piscina.

**Hipótesis 8ª.-** Existe una correlación significativamente negativa entre la satisfacción con el agua de la piscina y la percepción de problemas de salud en trabajadores y usuarios.

**Hipótesis 9ª.-** Los trabajadores a pie de piscina con problemas de salud previos perciben significativamente con mayor frecuencia los problemas de salud que los trabajadores sanos.

**Hipótesis 10ª.-** Los trabajadores a pie de piscina con más experiencia perciben significativamente más a menudo problemas de salud.

**Hipótesis 11ª.-** Los trabajadores a jornada completa perciben significativamente con mayor frecuencia más problemas de salud que los trabajadores a media jornada.

**Hipótesis 12ª.-** Los trabajadores de piscinas de cloro o bromo tienen una satisfacción con el agua de la piscina significativamente más baja al resto de tratamientos.

**Hipótesis 13ª.-** Los trabajadores perciben significativamente con mayor frecuencia problemas de salud en las piscinas con tratamientos tradicionales (cloro y bromo) respecto a las piscinas con tratamientos alternativos o complementarios (electrólisis salina, ozono y ultravioleta).

**Hipótesis 14ª.-** Existen diferencias significativas en la percepción de problemas de salud entre usuarios y trabajadores a pie de piscina, siendo mayor la percepción en trabajadores.

### **3.2.3. Estudio 3. Cambios a corto plazo de la función y permeabilidad pulmonar de nadadores en piscinas con diferentes tratamientos (Cloro vs. Ozono)**

Por lo que respecta al estudio 3, se plantea el objetivo 3.- *Analizar la evolución de dos proteínas indicadoras de la permeabilidad del epitelio pulmonar en suero sanguíneo y de los valores espirométricos forzados en una población de adultos sanos tras un programa de natación de 3 meses en dos piscinas cubiertas con diferente tratamiento químico (ozono y bromo vs. cloro).* Planteándose las siguientes hipótesis:

**Hipótesis 1ª.-** *La proteína CC16 tendrá un aumento de concentración en plasma sanguíneo significativamente mayor en los nadadores de la piscina de cloro respecto al aumento producido en los nadadores de ozono tras el programa de natación de 3 meses.*

**Hipótesis 2ª.-** *La proteína SP-D tendrá un aumento de concentración en plasma sanguíneo significativamente mayor en los nadadores de la piscina de cloro respecto al aumento producido en los nadadores de ozono tras el programa de natación de 3 meses.*

**Hipótesis 3ª.-** *La capacidad vital forzada (FVC) no tendrá un aumento significativamente menor en los nadadores de la piscina de cloro, pero sí aumentará significativamente en los nadadores de la piscina de ozono.*

**Hipótesis 4ª.-** *El volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV1) no tendrá un aumento significativamente menor en los nadadores de la piscina de cloro, pero sí aumentará en los nadadores de la piscina de ozono.*

### **3.3. Método de la investigación**

Para la realización de este proyecto se ha utilizado una perspectiva mixta, que ha permitido desarrollar un diseño de investigación que da respuesta a los objetivos del estudio. La investigación mixta permite combinar las perspectivas epistemológicas cualitativa y cuantitativa (Johnson, Onwuegbuzie y Turner, 2007).

Según Cea (2001), se asume por la mayoría de autores que las técnicas cuantitativas y cualitativas son complementarias. Esto significa que se ha utilizado el análisis cualitativo basado en entrevistas semi-estructuradas en el estudio 1 y un análisis cuantitativo realizado con cuestionarios a usuarios y trabajadores de piscinas cubiertas en el estudio 2 y, de nuevo, en el estudio 3 sobre parámetros fisiológicos de nadadores. Cada una de estas investigaciones generó unas conclusiones que derivaron en las conclusiones generales del estudio (Figura 3.1).

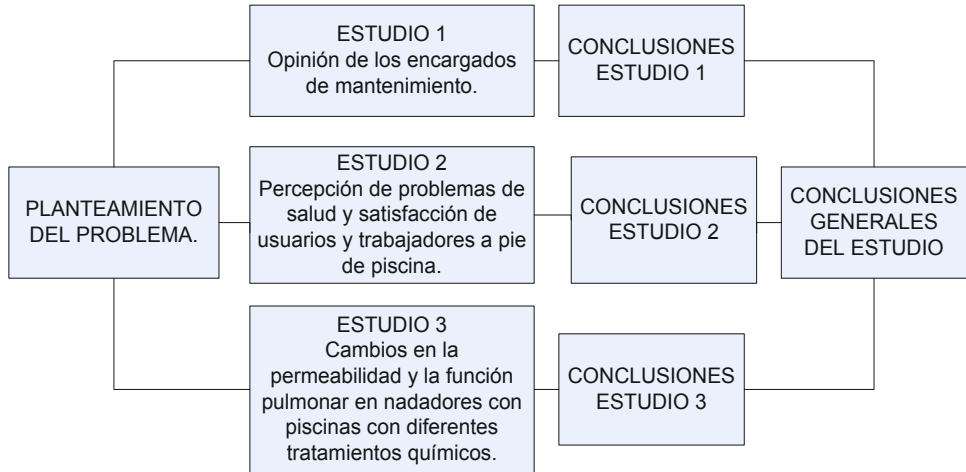


Figura 3.1. Planteamiento general del estudio

Por esta razón, la decisión metodológica adoptada se basó en complementar los diferentes enfoques expuestos en la Figura 3.1. Ahora bien, no se trata meramente de mezclar métodos, técnicas, fuentes y universos de cualquier modo, sino de combinarlo de forma tal que cada elemento sea pertinente para la concreción de los diferentes objetivos. Es decir, se trataba de abordar el fenómeno desde diferentes visiones para añadir profundidad al análisis.

A continuación en los siguientes capítulos se detalla cada uno de los estudios realizados en este trabajo de investigación.





## **CAPÍTULO IV**

### **Estudio 1: Análisis de las características de los tratamientos del agua según los encargados de mantenimiento de piscinas cubiertas**

#### **Métodos y Resultados**

*Si no está en nuestro poder el discernir las mejores opiniones, debemos seguir las más probables.*

René Descartes



#### 4.1. Método de la investigación

En este primer estudio hemos analizado la opinión de encargados de mantenimiento como expertos en el tratamiento químico de piscinas cubiertas. Para ello hemos optado por una metodología cualitativa. Pérez Serrano (1994) define la investigación cualitativa como una serie de descripciones detalladas de situaciones, eventos, personas, interacciones y comportamientos que son observables. Además incorpora lo que los participantes afirman sobre sus experiencias, actitudes, creencias, pensamientos y reflexiones. Dentro de la metodología cualitativa, este primer estudio se encuentra dentro del estudio de casos (Rodríguez, Gil y García, 1996), el cuál debe recoger información concreta y detallada a través de un grupo de informantes clave sobre el problema de investigación planteado, para posteriormente elaborar una serie de conclusiones que describan la realidad de dicho problema.

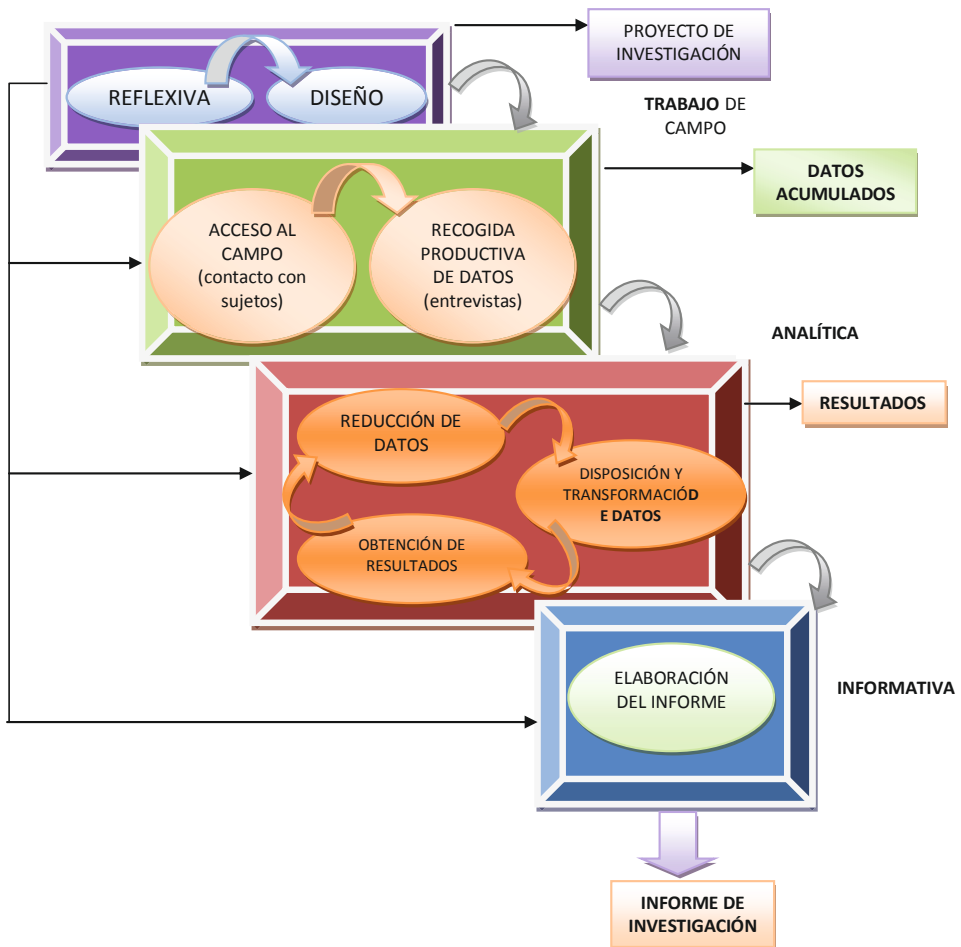


Figura 4.1. Fases de la investigación (Felipe, 2011)

El estudio debe estar compuesto por 4 fases (Figura 1.4, página anterior): fase preparatoria, fase de trabajo de campo, fase analítica y fase informativa. Estas fases suponen un *continuo*, ya que no tienen un principio y un final delimitado, sino que se superponen y mezclan unas con otra.

#### 4.1.1. Generación de la teoría fundamentada

En la Figura 4.2 queda reflejado el diseño de investigación así como la generación de la teoría fundamentada y las fases y acciones realizadas para su consecución. En primer lugar se identificaron los agentes que formaron parte del estudio y que fueron los informantes de los resultados de la investigación. Posteriormente se diseñó la entrevista, además de un análisis de la bibliografía relacionada con el objetivo de estudio. Esta revisión se inicia a la vez que el proceso de investigación y se lleva a cabo durante todo el proceso, tanto para la elaboración del marco teórico, como para la constante revisión de la hipótesis de estudio, triangulación y discusión de los resultados.

La muestra de informantes clave, fue ampliándose en función del descubrimiento de nuevos escenarios y personas significativas, realizando las entrevistas necesarias para alcanzar la muestra final producida por saturación teórica, concepto que hace referencia a la profundidad de datos, calidad y eficacia (Strauss y Corbin, 2002). Según otras investigaciones (Contreras, Gil, Cecchini y García-López, 2007; Felipe, 2011; Gil, Contreras, Roblizo y Gómez, 2008), en esta fase es importante la codificación de información y la escritura de memorandos o notas por parte del investigador. Posteriormente, se identifica la categoría central del análisis y los procesos sociales básicos de la teoría fundamentada. Finalmente, se realiza la discusión de resultados, relacionados con el modelo teórico emergente de la teoría fundamentada.

La triangulación de resultados tiene dos funciones principales, por un lado el enriquecimiento de la recogida de resultados, realizándola a través de diferentes métodos (validez interna), y por otro aumenta la confiabilidad de los datos recogidos por el investigador, corroborada por otros investigadores mediante contrastación empírica (validez externa) (Rodríguez et al. 1996, Ruiz, 2003; Taylor y Bogdan, 1987).

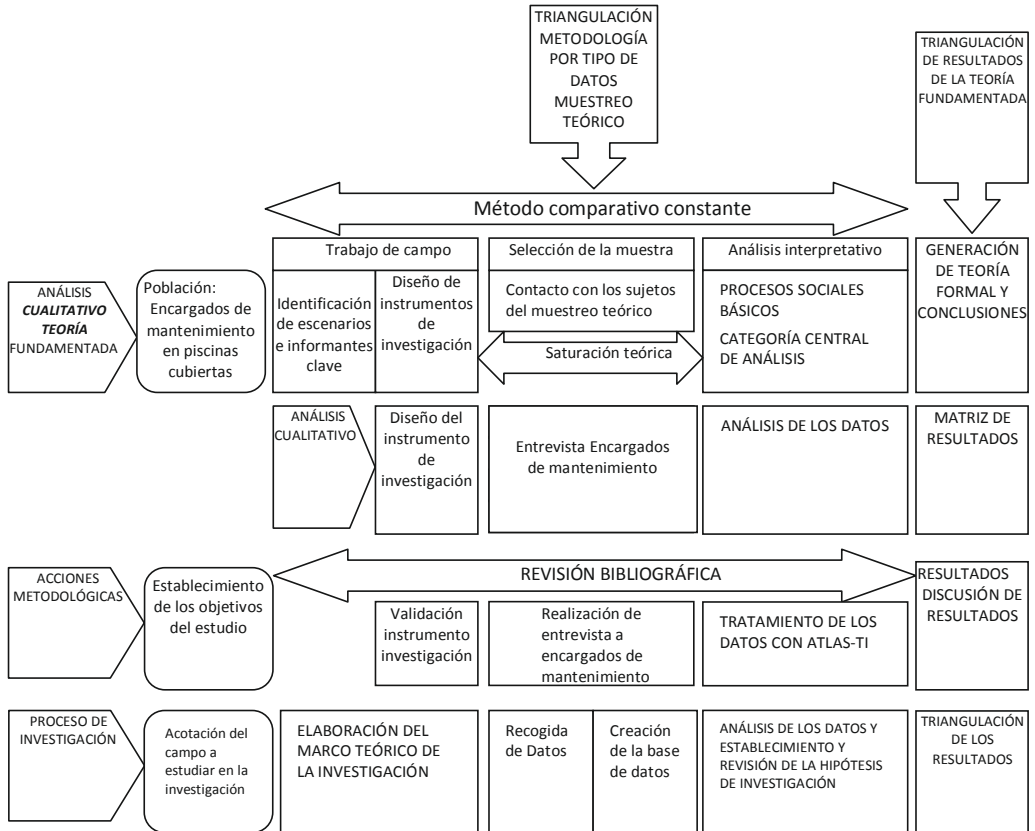


Figura 4.2. Diagrama del proceso de investigación (adaptado de Felipe, 2011)

#### 4.1.2. Validez y fiabilidad de la investigación

##### 4.1.2.1. Validez de la investigación

Según Thomas y Nelson (2007), todos los tipos de investigación deben contener conceptos de validez interna y externa. En primer lugar, la **validez interna** se ha garantizado en este estudio utilizando las siguientes técnicas planteadas por Merriam (1988):

- Triangulación: La triangulación se basa en cuatro aspectos de la investigación (Fielding y Fielding, 1986):
  - o Datos: Tras la realización de un determinado número de entrevistas a informantes clave se produce saturación de respuestas a las preguntas formuladas, lo que denota una validez interna conseguida a través de triangulación de datos.

- Investigador: Para la validación del instrumento de recogida de datos, se realizó una entrevista piloto a diferentes sujetos por dos investigadores diferentes, obteniendo respuestas parecidas, con saturación de respuestas en muchos de los apartados.
  - Método: El acceso al campo y la realización de entrevistas se realizó de la misma manera para todos los entrevistados clave.
  - Teoría: Se establece una triangulación entre todos los informantes clave, así como con la bibliografía que ha tratado el mismo problema.
- Valoración de los hallazgos por pares: Los resultados de esta investigación son interpretados por dos investigadores por separado. Tras esto, cada investigador propone su propia teoría y los resultados se ponen en común de manera conjunta, obteniendo la teoría fundamentada de la investigación.

La **validez externa** es el concepto de posibilidad de generalización del usuario. El usuario evalúa los resultados, cuidadosamente descritos e interpretados de un estudio y decide qué objetos pueden aplicarse a su situación (Thomas y Nelson, 2007). La transferibilidad es el grado en el que el investigador cualitativo utiliza y comunica el marco teórico, definiciones y técnicas de investigación plausibles y aceptadas por otros investigadores del mismo campo o ámbitos relacionados (Goetz y Lecompte, 1984). Por tanto, la existencia de un instrumento de recogida de datos y un proceso que ha sido sometido a validez interna permite a cualquier otro investigador la utilización de los resultados de esta investigación para adaptarlos y utilizarlos en su propio estudio.

#### 4.1.2.2. *Fiabilidad de la investigación*

Siguiendo a Goetz y Lecompte (1984), la fiabilidad es el grado en que puede repetirse un estudio. En investigación cualitativa, la fiabilidad se mide a través de fiabilidad interna y fiabilidad externa (Thomas y Nelson, 2007).

La **fiabilidad interna** se relaciona con el acuerdo entre los observadores. Los investigadores deben utilizar para aumentar la fiabilidad interna:

- Datos registrados mecánicamente: Utilización de grabadora de voz de la conversación sin dar lugar a pérdida de información.
- Descriptores de inferencia baja: Transcripciones completas y literales de las entrevistas.
- Examen de los resultados por pares: Triangulación de investigadores.

La **fiabilidad externa** hace referencia al contenido de los datos. Su credibilidad está en estrecha relación con la claridad y comprensibilidad de las explicaciones de cómo van a estudiarse y sintetizarse (Goetz y Lecompte, 1984). La fiabilidad externa queda reflejada con el proceso de análisis de los resultados. Los investigadores fueron instruidos

previamente de manera independiente de quién realizase este proceso, para garantizar un análisis en las mismas condiciones. En la Tabla 4.1 se muestra de manera esquematizada los métodos seguidos para lograr la validez y fiabilidad en el proceso de investigación (Felipe, 2011).

Tabla 4.1. Matriz resumen de validez y fiabilidad del proceso de investigación (Felipe,2011)

	VALIDEZ	FIABILIDAD
INTERNA	Triangulación <ul style="list-style-type: none"> <li>- Datos</li> <li>- Investigador</li> <li>- Método</li> <li>- Teoría</li> </ul> Valoración de hallazgos por pares	Proceso de Análisis del resultado sistematizado.
EXTERNA	Validación del instrumento	Descriptorios de inferencia baja Examen de resultado por pares Datos registrados mecánicamente.

#### 4.2. Participantes

Siguiendo a Strauss y Corbin (2002), el muestreo teórico se realizó en todos los escenarios posibles que influyen en este campo de investigación, siendo estos las piscinas cubiertas con distintos tratamientos químicos: cloro, bromo, electrólisis salina, ozono y ultravioleta. En el muestreo teórico debe primar la calidad de los informantes respecto a la cantidad, por ello la selección fue intencionada y por saturación (Rodríguez et al., 1996; Strauss y Corbin, 2002; Taylor y Bogdan, 1987).

Los integrantes del muestreo teórico desempeñan unas funciones relacionadas con los objetivos de la investigación, ya que su actividad diaria está relacionada con el mantenimiento de las piscinas cubiertas y la utilización de tratamientos químicos, si bien siendo éstos diferentes según la instalación. Para esta investigación se seleccionaron a 15 encargados de mantenimiento, los requisitos básicos para formar parte del estudio eran una experiencia mínima de 5 años en el mantenimiento de piscinas cubiertas, así como el haber trabajado al menos con dos tratamientos físico-químicos diferentes. La disposición final del muestreo puede observarse en la siguiente Tabla.

Tabla 4.2. Muestreo teórico de Encargados de Mantenimiento según tipo de instalación

MUESTREO TEÓRICO	n	%
Encargados de Mantenimiento que trabajan en piscina de cloro	3	20
Encargados de Mantenimiento que trabajan en piscina de bromo	3	20
Encargados de Mantenimiento que trabajan en piscina de electrólisis salina	3	20
Encargados de Mantenimiento que trabajan en piscina de ozono	3	20
Encargados de Mantenimiento que trabajan en piscina de ultravioleta	3	20
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>100</b>

### 4.3. Instrumento de recogida de datos

En investigación cualitativa, el método de recogida de datos para el análisis de la Teoría Fundamentada es la entrevista semiestructurada (Goetz y Lecompte, 1984; Thomas y Nelson, 2007). Para la elaboración de la entrevista se realizó un guión de trabajo en el que se tuvieron en cuenta todos los pasos establecidos en otras investigaciones (Felipe, 2011; Pérez Serrano, 1994; Taylor y Bogdan, 1996).

- Formulación de las preguntas en función de la información derivada de la bibliografía consultada.
- Composición del guión de la entrevista, inicio, orden y disposición de las preguntas para tratamiento posterior de las respuestas.
- Formación del entrevistador, aplicando técnicas y tácticas de la entrevista en profundidad.
- Realización de entrevistas piloto a dos encargados de mantenimiento.
- Validación, corrección y modificación del guión de la entrevista. Organización y formulación de las preguntas definitivas.

Para comprobar si la entrevista está elaborada de forma adecuada, se sometió a pruebas de validez y fiabilidad. La utilización de estas pruebas permitió un final ajuste de los instrumentos de medición y un mejor análisis de los conceptos teóricos.

#### 4.3.1. Validez del instrumento

La validez es el grado en que un instrumento de medida mide aquello que realmente pretende medir o sirve para el propósito para el que ha sido construido (Pérez Serrano, 1994). Se valora a través de la validez de contenido, validez de constructo y/o validez de criterio (Thomas y Nelson, 2007). Se debe tener que en cuenta que la fiabilidad no asegura la validez.

##### 4.3.1.1. Validez de Contenido

La validez de contenido hace referencia a la representatividad de los elementos de la prueba, es decir, si los ítems son una muestra suficientemente representativa respecto de las características o variable objeto de medición (Pérez Serrano, 1994). Para asegurar la validez de contenido, una vez revisada la bibliografía y realizada la entrevista semiestructurada, ésta fue analizada por un grupo de expertos. Con esta técnica se enriquece la información obtenida sobre el problema de investigación más allá de la revisión de la literatura.

Se estableció un grupo de 4 expertos, formado por informantes que habían tenido experiencia en el ámbito de la gestión e investigación en piscinas cubiertas y



particularmente en los tratamientos químicos. Los integrantes del grupo respondían a los siguientes perfiles:

- Dos gestores deportivos con más de 5 años de experiencia y que habían trabajado con diferentes tratamientos químicos en sus instalaciones.
- Dos ingenieros industriales especializados en tratamiento de aguas, mantenimiento de instalaciones y formación.
- Un médico especializado en problemas anafilácticos y medicina deportiva.

Tras la revisión de los expertos, se procedió a modificar los aspectos que se consideraban más problemáticos para obtener el modelo de entrevista final.

#### *4.3.1.2. Validez de constructo*

La validez de constructo hace referencia a la naturaleza misma de lo que se mide. Identifica los valores o niveles que constituyen el objeto o variable (Pérez Serrano, 1994). Para lograr esta validez, se realizaron dos pruebas piloto, cada una realizada por investigadores diferentes para garantizar la triangulación de investigadores (Thomas y Nelson, 2007). Ambas fueron grabadas para el posterior análisis de resultados. Después de la recogida de datos, se analizaron las respuestas, pudiéndose observar que las respuestas eran semejantes, independientemente del investigador que formulaba las preguntas. Al producirse saturación de respuestas con entrevistas hechas con diferentes investigadores se considera que la validez del constructo e instrumento es correcta (Rodríguez et al., 1996; Taylor y Bogdan, 1996).

#### *4.3.1.3. Validez de Criterio*

Al no existir un instrumento validado que se adapte a las necesidades de la investigación, se tuvo que diseñar uno específicamente partiendo de la revisión bibliográfica y del grupo de expertos, como hemos visto anteriormente. De este modo, la única validez de criterio que se puede controlar es la **validez de criterio predictiva**. Siguiendo a Pérez Serrano (1994), ésta se refiere a la eficacia de un instrumento para predecir una realización correcta o un propósito práctico. En este estudio la revisión por expertos así como la saturación de respuestas producidas en las entrevistas piloto garantizan su validez para otros estudios similares en el futuro.

#### **4.3.2. Fiabilidad del instrumento**

Un instrumento es fiable cuando es estable, equivalente o muestra consistencia interna (Thomas y Nelson, 2007). Asimismo, un instrumento puede ser fiable sin ser válido, pero nunca al contrario (Pérez Serrano, 1994). Ya hemos observado que la entrevista diseñada para esta investigación es válida, por lo que la fiabilidad está garantizada. No obstante, para comprobar la fiabilidad se utilizó el método de formas paralelas utilizado

en investigaciones previas (Felipe, 2011) en el que se utiliza de nuevo la llamada triangulación de investigadores, ya realizada en el apartado anterior en la validez de constructo, y correlacionando las respuestas de los informantes clave. En la Tabla 4.3 se muestra un resumen del proceso y los métodos utilizados para validar los instrumentos de recogida de datos de la investigación, es decir, las entrevistas.

Tabla 4.3. Matriz Resumen de validación de los instrumentos de investigación

CONTENIDO	VALIDEZ		FIABILIDAD
	CONSTRUCTO	CRITERIO	Formas paralelas (triangulación de investigación)
Grupo de Expertos	Prueba Piloto Triangulación de investigadores	Grupo de expertos (validez de criterio predictiva)	

Finalmente tras comprobar la validez y fiabilidad de los instrumentos, se obtienen el modelo definitivo de entrevista.

#### 4.3.3. Entrevista final

La entrevista final a encargados de mantenimiento de piscinas cubiertas dispuso de 36 ítems divididos en 4 dimensiones, tal y como se muestra en la Tabla 4.4. La entrevista completa puede observarse en el Anexo II.

Tabla 4.4. Número de ítems de la entrevista

DIMENSIÓN	Número de ítems
1 Formación	6
2 Planificación y Gestión	18
3 Satisfacción	5
4 Problemas de salud	7
<b>TOTAL</b>	<b>36</b>

#### 4.3.4. Tipo de preguntas del instrumento de investigación

Yin (1994) señala que las preguntas “qué” son un tipo de pregunta exploratoria o descriptiva, mientras que las preguntas de tipo “cómo” y “por qué” son preguntas explicativas (Tabla 4.5).

Tabla 4.5. Tipo de preguntas en la entrevista según Yin (1994)

EXPLORATORIAS O DESCRIPTIVAS	EXPLICATIVAS	TOTAL
20	16	36

#### 4.4. Técnicas de investigación

Para analizar los resultados se utilizó el software informático de análisis cualitativo Atlas-Ti v5.0. Este programa de carácter inductivo es de gran ayuda a la hora de agilizar el análisis cualitativo y su interpretación, destacando como ejemplo la segmentación de textos en pasajes o citas, la codificación de resultados o la escritura de comentarios y anotaciones (Muñoz, 2005).

De las entrevistas obtenemos los documentos primarios o “Primary docs” (PD) que generarán posteriormente las Unidades Hermenéuticas (UH) para analizar la información de las entrevistas. En nuestro caso tendremos 15 UH correspondientes a los 15 encargados de mantenimiento entrevistados. En esta fase, según Trinidad, Carrero y Soriano (2006), se realiza el método comparativo constante, consistente en una continua comparación de incidentes específicos de los datos, identificación de propiedades, establecimiento de relaciones e integración final en una teoría coherente. La recogida de datos y el análisis de los mismos se realizan simultáneamente.

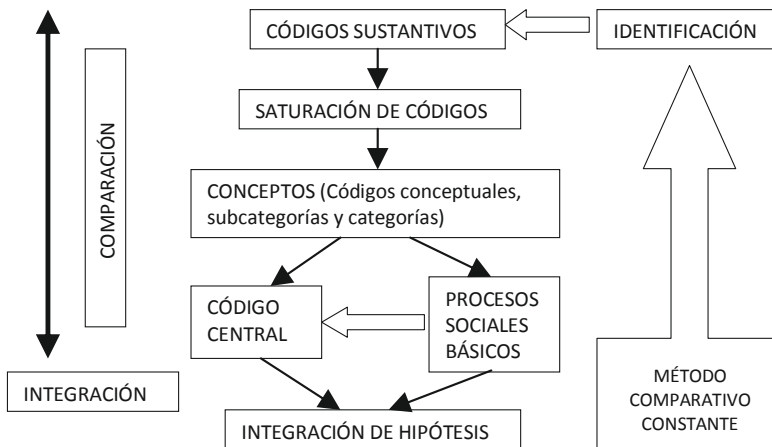


Figura 4.3. Método Comparativo constante en la codificación (Trinidad et al., 2006)

Según Strauss y Corbin (2002), la codificación abierta es el proceso analítico por medio del cual se identifican los conceptos y se descubren en los datos sus propiedades y dimensiones. Por tanto, las entrevistas fueron codificadas simultáneamente a su transcripción, hasta completar la codificación de todos los PD que componen cada una de las UH.

El proceso de codificación consiste en transformar el texto en índices numéricos o alfabéticos siguiendo unas reglas precisas en un proceso dinámico y fluido (Strauss y Corbin, 2002). Las principales reglas según Pérez Serrano (1994), Strauss y Corbin (2002) y Trinidad et al. (2006) son las siguientes:

- La frecuencia de aparición de las unidades de trabajo. La importancia de aparición de una unidad de registro crece con su frecuencia de aparición, aunque no es necesariamente la medida más válida
- La intensidad de la medida analizada, por su forma de ser enunciada implícita y explícitamente.
- La direccionalidad positiva o negativa del código o unidad.

- El orden de aparición temporal, que supone la importancia del entrevistado.
- La presencia simultánea de dos o más unidades en diferentes niveles de códigos o categorías.

En la Figura 4.4 se muestra un ejemplo del proceso de codificación de las entrevistas con el programa Atlas-Ti. Los códigos en este caso son de tipo sustantivo en primera instancia, para posteriormente convertirse en códigos conceptuales, según se procesan por reducción y fusión de códigos (Rodríguez et al. 1996). Para facilitar la comprensión del documento y agilizar su lectura, se presenta el texto después de cada variable categorizada (Figura 4.5).

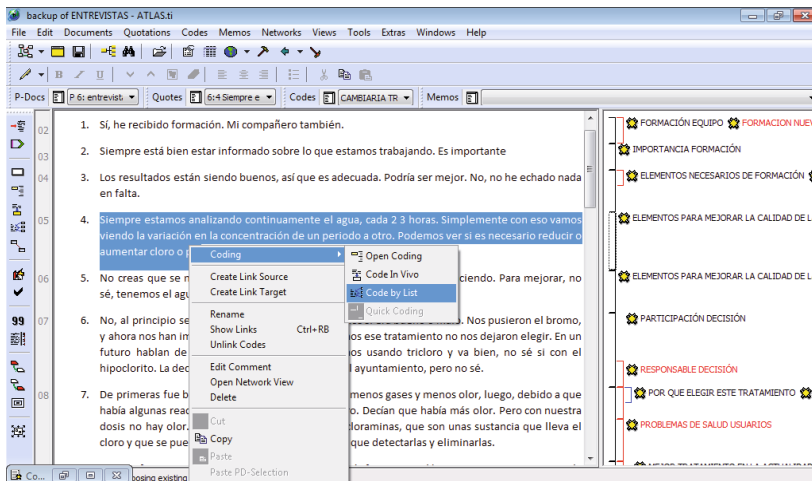


Figura 4.4. Proceso de Codificación con Atlas-Ti v5.0

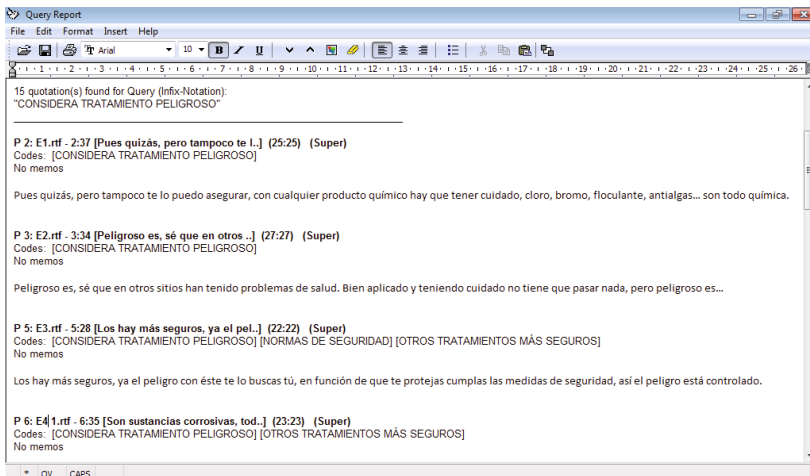


Figura 4.5. Presentación de los Resultados de cada código por el software Atlas-Ti

En la Tabla 4.6 se muestran los códigos sustantivos generados tras la codificación de entrevistas y su agrupamiento en códigos conceptuales.

Tabla 4.6. Muestra de Códigos Fusionados y clasificados por Códigos Conceptuales

CÓDIGOS SUSTANTIVOS	CÓDIGOS CONCEPTUALES
Tratamientos químicos conocidos	<b>FORMACIÓN</b>
Formación Químicos	
Importancia Formación	
Formación Equipo	
Satisfacción Formación	
Elementos Necesarios Formación	
Elementos Mejora Instalación	<b>PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN</b>
Responsable Decisión	
Participación decisión	
Causa Decisión	
Mejor Tratamiento	
Por qué mejor	
Cambio de Tratamiento	
Por qué cambio	
Vida de la instalación	
Daño tratamiento materiales	
Tratamiento Ecológico	
Interacción con tratamiento físico	
Tratamiento económico	
Control Correcto Tratamiento	
Tratamiento anticrisis	
Formación anticrisis	
Tratamiento Normativa	
Tratamiento Eventos	
Satisfacción Operario	<b>SATISFACCIÓN</b>
Satisfacción Usuario	
Satisfacción SOS	
Sensaciones Negativas	
Reclamaciones	
Expuesto a problemas	<b>PROBLEMAS DE SALUD</b>
Rendimiento Nadador	
Tratamiento más seguro	
Tratamiento Peligroso	
Problemas de salud operarios	
Causante problemas	
Medidas de Seguridad	

A continuación en la Tabla 4.7 se muestra el grounded de cada uno de los códigos sustantivos.

Tabla 4.7. Grounded de los códigos sustantivos

<b>CÓDIGOS</b>	<b>GROUNDED</b>
Cambio de Tratamiento	16
Tratamiento Peligroso	15
Control Correcto Tratamiento	15
Vida de la instalación	15
Elementos Necesarios Formación	15
Elementos Mejora Instalación	16
Formación Químicos	16
Formación anticrisis	15
Importancia Formación	15
Formación Equipo	15
Mejor Tratamiento	15
Expuesto a problemas	16
Interacción con tratamiento físico	16
Medidas de Seguridad	21
Tratamiento más seguro	10
Participación decisión	15
Causa Decisión	15
Por qué es mejor tratamiento	16
Por qué cambio	15
Problemas de salud operarios	18
Reclamaciones	21
Tratamiento anticrisis	15
Rendimiento Nadador	15
Responsable Decisión	15
Satisfacción Formación	15
Satisfacción Operario	15
Satisfacción SOS	15
Satisfacción Usuario	15
Sensaciones Negativas	22
Causante problemas	15
Daños a materiales	15
Tratamiento Ecológico	15
Tratamiento Eventos	15
Tratamiento económico	20
Tratamiento Normativa	16
Tratamientos químicos conocidos	15

#### 4.5. Recursos materiales

Para la elaboración del estudio se utilizaron los siguientes recursos materiales e informáticos.

- Paquete Microsoft Office 2007 para Windows.
- Software de Análisis Cualitativo Atlas-Ti v5.0. para Windows.
- Grabadora de voz Philips Digital Voice Tracer 7680.
- Grabadora de voz Olympus Voice Trek V-41.

#### 4.6. Presentación de los resultados

Para hacer más fácil la comprensión de los resultados, dividiremos su exposición en las mismas dimensiones de contenidos o códigos conceptuales que se tuvieron en cuenta durante la realización de la entrevista a informantes clave.

##### 4.6.1. Resultados dimensión formación continua

Teniendo en cuenta el muestreo teórico total de quince encargados de mantenimiento nos encontramos con que doce de los encargados ha recibido formación continua sobre los tratamientos químicos frente a tres que no lo ha hecho. Dentro de los sujetos que recibieron formación, nueve están satisfechos con la formación recibida y tres consideran la formación insuficiente o incorrecta. El elemento que más se echa en falta en los aspectos formativos es la práctica real en instalaciones de trabajo (seis), seguida de la formación en nuevos tratamientos químicos (tres).

**ENTREVISTADO 3:** *“No, no he recibido formación. Hace unos años me encargué yo personalmente de ir a un curso.”*

**ENTREVISTADO 10:** *“Si, hicimos un curso en (...), homologado por la Consejería de Sanidad, donde en una semana nos pusimos al corriente de los nuevos tratamientos. También asistimos uno hace poco en (...). En éste último se habló sobre todo del ozono y de ultravioleta, y había muchos a favor y muchos detractores. Faltó más práctica, se centraron mucho en la gestión y poco en el mantenimiento. Me vine un poco decepcionado. No dieron consejos sobre la práctica diaria. Echamos de menos un protocolo, más que las anécdotas que nos contaron.”*

Respecto a la formación recibida por los miembros del equipo del encargado, en primer lugar destacar que tres encargados trabajan solos sin ningún tipo de apoyo, mientras que ocho instalaciones tienen un equipo formado al completo. En los casos restantes, el equipo o bien no se ha formado, o no considera hacerlo. Como último aspecto a destacar en esta dimensión, el tratamiento más conocido por los encargados es el cloro (catorce) y el menos conocido es el ultravioleta (siete).

**ENTREVISTADO 1:** *“Si, el que está encargado por la tarde también ha recibido formación.”*

**ENTREVISTADO 15:** *“Sólo algunos de ellos. Hay uno que no quiere.”*

#### 4.6.2. Resultados dimensión planificación y gestión

La primera cuestión de esta dimensión hace referencia a los elementos que hay que tener en cuenta para mejorar la calidad de la instalación a través del tratamiento del agua. Para ello, los encargados de mantenimiento destacan en primer lugar el control diario de los niveles de sustancia química (catorce), seguido del tratamiento físico (ocho), el control de la temperatura (cuatro), el cuidado del equipo (tres), las renovaciones de agua (tres) y la elaboración de protocolos de trabajo (dos).

**ENTREVISTADO 2:** *“El encargado de mantenimiento tiene que estar las veinticuatro horas del día pensando en agua. En una piscina climatizada, además del factor de la temperatura y los parámetros que controlamos día a día, tienes que adelantarte a los problemas que puedan surgir. Por ejemplo una época muy fría o muy caliente. El jefe de mantenimiento tiene que estar pensando en la piscina “siempre”. No es un trabajo con un horario determinado. Puede venir lluvia o algún cambio climatológico o puede surgir una anomalía que no puedas solucionar. Como una piscina cubierta está funcionando las 24 horas no tienes tiempo de solucionar muchos problemas si no es fuera de horario. Los horarios al público son extensos y en este espacio pueden suceder muchas cosas, algunas de ellas no las puedes solucionar de cara al público. Respecto al agua lo más importante es la coordinación y en el mantenimiento podemos diferenciar:*

*1. Mantenimiento rutinario: Limpia fondos diariamente, filtros (dos veces por semana), floculante una vez por semana. El aporte químico debe ser continuo.*

*2. Mantenimiento alternativo: Si hay algo excepcional hay que hacer un contraataque.”*

**ENTREVISTADO 8:** *“(…) a pesar de que la instalación sea automática, necesita una vigilancia constante. El trabajo de un encargado es estar continuamente pendiente de la instalación, hay que estar dando vueltas mínimo cada hora, especialmente en una piscina tan grande como esta. Viendo niveles de pH., cloro, redox, comprobando si hay una bomba rota, un escape... esto supone conocer la instalación mejor que tu casa. Saber cómo respira, si hay un ruido saber qué ha pasado. Si hay una mancha en el suelo saber por qué ha salido allí.”*

A la hora de elegir el tratamiento químico de la instalación, sólo han participado dos de los encargados que forman parte del muestreo teórico. La opinión de éstos respecto al responsable de la decisión se encuentra dividida entre los organismos oficiales (cinco) la empresa que suministra productos (cuatro) y la gerencia del servicio de deportes de la población (dos).

**ENTREVISTADO 11:** *“No participé. Esta decisión yo creo que vino de una instalación modelo de la Junta, y el Ayuntamiento aceptó.”*



**ENTREVISTADO 6:** *“La decisión vino de la casa que nos vendió los productos. Nos aconsejaron debido a los problemas que tuvimos con el cloro, ofreciéndonos una serie de alternativas.”*

Las principales causas a la hora de elegir el tratamiento son los factores económicos (siete) y el poder desinfectante (tres), la reducción de los problemas de salud (tres), la viabilidad (dos), la reducción de olores (dos), la innovación (dos) y en último lugar la mejora del rendimiento de los nadadores (uno).

**ENTREVISTADO 8:** *“Me figuro que en primer lugar que el ozono fue elegido porque los nadadores están muchas horas metidos en el agua, por tanto conviene quitar los niveles de cloro, especialmente de cloro combinado. El ozono reduce los niveles de cloro y por tanto de cloro combinado, por lo que los nadadores lo van a agradecer. A parte dicen los técnicos dicen que a nivel de campeonatos internacionales, al estar el agua más oxigenada los nadadores flotan más y se mejoran las marcas.”*

**ENTREVISTADO 9:** *“Creo que es porque el agua está mejor tratada, el público está más satisfecho, no hay olores, no hay irritaciones, y como desinfectante considero que es mucho mejor.”*

Los entrevistados identifican como tratamiento más efectivo el ozono (seis), seguido por el cloro (cinco), electrolisis salina (dos), ultravioleta (dos) y bromo (uno). La principal razón para que estos tratamientos sean más efectivos es el poder desinfectante (quince).

**ENTREVISTADO 5:** *“De los que he trabajado, el cloro. He trabajado con bromo y ozono, y para mí el mejor es cloro.”*

**ENTREVISTADO 15:** *“El más efectivo es filtro de diatomeas con filtro de arena, más bromo, más ozono. Da una claridad del agua excepcional. Es lo puntero, lo que se utiliza en los mundiales de natación.”*

En la cuestión si cambiarían el tratamiento actual por otro, nueve encargados no lo harían frente a seis que sí. Por otra parte, el tratamiento por el que más se opta a la hora de un posible cambio es el ozono (tres) seguido de la electrolisis salina (dos) y por último la radiación ultravioleta (uno). Las razones que exponen los encargados son en primer lugar el mejor control del agua (cuatro), aumentar la seguridad para los usuarios (tres), la viabilidad de la instalación (tres), la disminución de cloraminas (dos) y el ahorro del agua (dos) y el poder desinfectante (dos).

**ENTREVISTADO 2:** *“No soy el más indicado para elegir. Yo conozco este y lo considero el más desinfectante. Puede que los tratamientos con ultravioleta sean menos peligrosos para la salud, pero como desinfectante a mi me consta saber que como el hipoclorito nada. Sé qué es más agresivo, pero he oído que tenían en otras piscinas sal y tuvieron que volver al hipoclorito porque no conseguían los efectos deseados.”*

**ENTREVISTADO 7:** *“Sí, lo cambiaríamos por ozono. Por el tema del cloro, a parte de los trabajadores, que es tóxico, luego el olor del agua, gente que es alérgica... Si eliminas el cloro estas cosas no suceden.”*

Para nueve de los encargados de mantenimiento entrevistados el tratamiento químico es corrosivo y daña la instalación, por otra parte seis no lo considera así. Asimismo diez informantes consideran que la vida de la instalación se alargaría con un tratamiento distinto al que poseen.

**ENTREVISTADO 14:** *“Ese es el tema, ya que la electrolisis o el hipoclorito, es corrosivo, y los gases te van deteriorando. El hipoclorito deteriora todo, y la sal también daña a las partes de metal de la instalación (...) Por eso voy detrás del ultravioleta. La idea va por ahí, yo creo que el futuro va a ser utilizar sistemas que no sean agresivos ni con la instalación ni con las personas (...) Hay que tener en cuenta por ejemplo cuánto se deteriora una instalación que utiliza hipoclorito o electrolisis. Esto va a suponer un gasto extra de mantenimiento y de recuperación del edificio. Cuando una luz ultravioleta no hace ningún daño.”*

**ENTREVISTADO 2:** *“El hipoclorito yo sé que es muy agresivo y en los años que llevo trabajando aquí se han ido desgastando algunos materiales.”*

Respecto a la cuestión si el tratamiento químico interactúa con el tratamiento físico, siete consideran que sí, cuatro que no, y los cuatro restantes desconocen si se produce esta interacción. Dos encargados hacen referencia a sus efectos en el filtrado y otros dos a la variación en la conductividad.

**ENTREVISTADO 8:** *“El ozono precipita muchos metales, como el hierro. Entonces si los precipita al fondo de la piscina conseguimos agua más clara, ya que la porquería se hunde y la recoge el limpia fondos. Por otra parte el ozono y el ultravioleta floculizan de forma natural, por lo que también hacen que las partículas se precipiten. Luego como el ozono es un desinfectante tan fuerte, evita el uso de alguicida, ya que automáticamente destruye todas las algas. Por tanto a nivel físico se nota que el agua llama la atención por lo limpia que está.”*

**ENTREVISTADO 14:** *“Claro, si no utilizas el tratamiento químico correctamente, enturbias el agua y por tanto afecta a la filtración. Respecto a la conductividad, con la electrolisis es muy alta, pero hay diferentes marcas de sal, y hay grandes diferencias de una a otra.”*

El tratamiento más económico según los entrevistados es el cloro (nueve) seguido por la electrólisis salina (tres) ultravioleta (dos) y en último lugar el ozono (uno) y el bromo (uno).

**ENTREVISTADO 9:** *“Yo pienso que el ozono es más económico. A lo mejor al principio la inversión es más cara que la del cloro, pero a largo plazo se recupera perfectamente. Porque el cloro tiene mucho más gasto, mucha más cantidad de*

*producto, más gasto energético, y el ozono con bromo, además de durar más sale más rentable.”*

**ENTREVISTADO 15:** *“El hipoclorito es el más económico tanto corto como a otro plazo.”*

El tratamiento más ecológico para los encargados de mantenimiento es el ultravioleta (siete), seguido del ozono (seis) y la electrólisis salina (dos). Por otra parte hay algunos encargados que consideran que ningún tratamiento es ecológico (dos). Las principales razones para considerar el tratamiento ecológico es la menor presencia de sustancia química dentro del agua (catorce) y la menor peligrosidad para los usuarios (tres).

**ENTREVISTADO 13:** *“El ultravioleta, te quitas todo lo químico. Habría que seguir con el cloro, pero reduciríamos a un 50% el aporte.”*

**ENTREVISTADO 15:** *“Más ecológico podríamos decir que la sal puede ser más ecológica en principio, y el ozono, más que nada porque deja residual de oxígeno, y lo otro es cloruro sódico (sal marina), que no contamina. Si se utilizan pastillas de dicloro y tricloro es más peligroso.”*

Por último, el control de las concentraciones de la sustancia química en el agua es valorado positivamente por catorce de los quince entrevistados, mientras que la sustancia mejor para ser controlada resulta indiferente para la mayoría. Asimismo, todos los encargados de mantenimiento han sido formados para evitar situaciones críticas.

**ENTREVISTADO 12:** *“Es fácil de controlar, porque la electrólisis salina tiene como aspecto bueno que si te excedes de echar sal no afecta a personas ni maquinaria. El único problema es la conductividad, pero no tiene riesgo de cara a las personas. Es muy difícil que se disparen los niveles, el aparato te avisa de que falta sal, pero con un exceso de sal no pasa nada (...) Con cloro es más peligroso si se disparan las sustancias químicas.”*

**ENTREVISTADO 14:** *“Tenemos un vigilante que supervisa todo el tratamiento. Tiene aviso sms y vía web, que puedes consultar en cualquier momento el estado de la piscina.”*

#### **4.6.3. Resultados dimensión satisfacción**

Para seis de los quince operarios entrevistados trabajar con la sustancia química afecta negativamente a su trabajo, mientras que para el resto no. Hemos de indicar que la opinión de éstos es más negativa en operarios que utilizan tratamientos de cloro (tres) y bromo (tres) que los que disponen de tratamientos de electrólisis salina y combinados con ozono o ultravioleta. Los elementos negativos identificados en común son el olor, la peligrosidad de trabajar con tratamientos químicos y el desgaste de la ropa.

**ENTREVISTADO 6:** *“Sí, bastante. Con el cloro tienes malestar e historias, a pesar de las protecciones. Siempre inhalas algún vapor o algo. Con el bromo mejor.”*

**ENTREVISTADO 7:** *“Es todo negativo, trabajar con estos productos. Por la toxicidad que tienen, según las fichas de seguridad, los protocolos de seguridad... Cuando te exigen tantas medidas de seguridad es que es tóxico. Ahora con ultravioleta se nota la diferencia, en el olor y además que se trabaja con menos sustancia química. Pero las medidas de seguridad se siguen tomando.”*

Sucede algo semejante con lo que los operarios opinan sobre la satisfacción de los usuarios. Sólo cinco de los entrevistados opina que el tratamiento químico puede afectar negativamente en su satisfacción, siendo encargados que trabajan con cloro (dos) y bromo (tres), mientras que los diez restantes trabajan con cloro (uno), electrólisis salina (tres), ultravioleta (tres) y ozono (tres). La insatisfacción queda reflejada en quejas sobre problemas de salud en la mayoría de casos.

**ENTREVISTADO 8:** *“Yo pienso que sí, no he recibido quejas ningunas, y lo que sí que me llega es mucha gente preguntando si tenemos ozono. Hay gente que quiere venir expresamente aquí porque tenemos ozono, yo en los años que he estado usándolo no tenemos quejas.”*

**ENTREVISTADO 11:** *“La gente se encuentra muy satisfecha, ya que en piscinas con cloro, se desgasta la ropa, hay problemas de piel seca, y sobretodo el olor. Sin embargo en ozono, la gente viene encantada, la piel no se le seca, los ojos no se irritan, el bañador dura el doble...”*

Respecto a los técnicos a pie de piscina, seis de los quince encargados de mantenimiento consideran que el tratamiento químico afecta negativamente a la satisfacción de estos clientes internos. Dentro de estos seis operarios, uno de ellos trabaja con ultravioleta, tres con cloro y dos con bromo. El resto de trabajadores que considera que el tratamiento químico afecta positivamente o no afecta trabajan con ozono (tres), electrólisis (tres), bromo (uno) y ultravioleta (dos). Como aspectos negativos se destacan la evaporación de tratamiento químico, la temperatura y la falta de ventilación.

**ENTREVISTADO 2:** *“Claro que afecta, el ambiente en el que trabaja pasa muchas horas y puede estar cargado. También puede afectar la temperatura. No es lo mismo el usuario que viene a nadar que el que pasa muchas horas en ese ambiente.”*

**ENTREVISTADO 11:** *“Totalmente, porque una piscina que está muchas horas oliendo cloro, eso es nocivo a la larga, el ozono no huele a nivel de superficie porque a nivel de superficie viene destilada.”*

Las sensaciones negativas asociadas a la sustancia sólo afectan a cuatro de los quince entrevistados, y de nuevo hemos de indicar que dentro de estos cuatro afectados, dos trabajan con cloro y otros dos con bromo. Las principales sensaciones negativas descritas son los olores.

**ENTREVISTADO 7:** *“Ahora con ultravioleta se nota la diferencia, en el olor y además que se trabaja con menos sustancia química. Pero las medidas de seguridad se siguen tomando.”*

**ENTREVISTADO 10:** *“Si, el cloro huele mal, y el clorhídrico ya ni te digo. Al tener que seguir trabajando con estas sustancias pues tenemos que padecerlo.”*

Sólo cuatro encargados de los quince entrevistados han recibido quejas sobre la sustancia química, éstos trabajaban con cloro (dos), ultravioleta (uno) y bromo (uno). Estas quejas hacían referencia a los olores, la irritación de ojos, y la irritación de piel.

**ENTREVISTADO 4:** *“Las únicas reclamaciones han sido de personas que tenían alergia, a todas las que se quejaban, les ofrecía un trocito de bromo para que se hicieran las pruebas. Efectivamente algunos dejaron de venir porque eran alérgicos al bromo, ahora con el cloro hay algunos que han vuelto, y ahora con el cloro parecen satisfechos.”*

**ENTREVISTADO 5:** *“Si, por temas como averías. Sarpullidos, en algunos casos, escozor de ojos, siempre por exceso debido a algún problema.”*

#### **4.6.4. Resultados dimensión problemas de salud**

Según los encargados de mantenimiento, los más expuestos a la sustancia química son los operarios de mantenimiento (diez), seguidos de los nadadores (cuatro), y en último lugar los técnicos a pie de piscina (dos). La principal razón es el contacto directo con la sustancia química y el tiempo de exposición

**ENTREVISTADO 3:** *“El operario recibe directamente el producto químico. Y el socorrista está mucho en el ambiente. Y los nadadores que son de élite sí, pero los que nadan menos de dos horas al día no tienen por qué sufrir demasiado.”*

**ENTREVISTADO 8:** *“Yo creo que nosotros, los de aquí abajo, ya que estás trabajando directamente con la sustancia, además puede reventar un tubo y que te caiga todo directamente encima. Es más si estás aquí, te enteras antes de si suben los niveles de cloro que los que están arriba. En segundo lugar los técnicos porque están más horas, y dentro de los nadadores hay que destacar los nadadores que pasan muchas horas en el agua.”*

Asimismo, los encargados consideran en su mayoría (once) que el tratamiento químico afecta al rendimiento del nadador, destacando como principal elemento la incomodidad y la dificultad para respirar bien debido a la concentración de cloro ambiente. También es indicada por dos encargados la mayor presencia de cloro ambiente por el batido de los nadadores.

**ENTREVISTADO 2:** *“Por supuesto, si el tratamiento del agua no es correcto, puede afectar a la respiración, a su comodidad...”*

**ENTREVISTADO 8:** *“Yo sé que cuando hablas con la gente que el ozono al oxigenar el agua se flota más. Y por ello se pueden batir records. A parte, en relación a las mucosas y las irritaciones pues es más cómodo. A parte la gente con asma, al tener más oxígeno el agua y el ambiente puede beneficiarles.”*

De los quince encargados entrevistados, siete consideran su tratamiento peligroso, siendo éstos los 6 que trabajan con cloro y bromo y uno con ultravioleta. Respecto al elemento causante de los problemas de salud, ocho encargados culpan a un posible mal control de la sustancia, 6 consideran que las sustancias químicas causan problemas por sí mismas independientemente del tratamiento, y finalmente un encargado no contestó a la cuestión.

**ENTREVISTADO 10:** *“Si estás en una piscina hiperclorada van a pasar cosas siempre porque puede haber fallos mecánicos, hay que estar pendiente las 24 horas. Si cumples la legislación a no ser que la persona sea alérgica no vas a tener problemas.”*

**ENTREVISTADO 11:** *“Yo creo que el cloro es dañino, a parte hay estudios que dicen que es cancerígeno, sólo el tratar el día a día con esta sustancia ya lleva un riesgo.”*

La última cuestión analizada fue si los entrevistados piensan que los operarios de mantenimiento cumplen todas las medidas de seguridad asociadas al tratamiento químico y catorce de los quince encargados indicaron que no son cumplidas de forma regular por ellos o por sus compañeros.

**ENTREVISTADO 15:** *“Que es cierto, pero es que todos, todos los días bajas a la sala, y al final la máscara, las gafas se quedan por ahí, no sabes donde están. Los guantes, están rotos, se me han olvidado en la taquilla... a parte está la comodidad, que llevas guantes, máscara... pareces un astronauta en un traje que no te puedes mover. Pero hay que concienciarse, porque ya me he llevado algunos sustos. Y hasta que no te pasa algo no te das cuenta con lo que estás jugando. Lo que pasa es que mucha gente por suerte no le ha pasado nada, pero un día te puede pasar algo y no te da tiempo a salir de la sala.”*

**ENTREVISTADO 1:** *“Puede ser que alguna vez que sí, que nos lo saltemos. Normalmente lo intentamos cumplir, pero eso aquí y en todos los sitios.”*

Como último aspecto a destacar, los encargados de mantenimiento identifican como principales problemas de salud percibidos por los nadadores a lo largo de toda la entrevista, en primer lugar está la anafilaxia o alergia (ocho), la irritación de ojos (tres), la irritación de piel (dos), los problemas respiratorios (tres), la probabilidad de cáncer (dos) y en última lugar la propagación de virus por conductividad (uno).

Respecto a si los encargados entrevistados han sufrido algún accidente o problema de salud derivado de su trabajo, han contestado afirmativamente cinco de ellos. Estos

operarios trabajan con cloro (dos) y bromo (tres) y siendo el principal problema detectado el eczema y la irritación de piel.

**ENTREVISTADO 5:** *“Si, pues temas como alergias, sarpullidos, en algunos casos, escozor de ojos, siempre por exceso debido a algún problema.”*

**ENTREVISTADO 6:** *“Hay alergias en cloro y en bromo, y con el salino no se saben muchas casos.”*

A continuación en las siguientes páginas se muestran los cuatro árboles-estructura referentes a las cuatro dimensiones tratadas en la entrevista, así como la relación interdimensional.

ÁRBOL-ESTRUCTURA FORMACIÓN			
Citas de Ejemplo	Categorías	Sub temas	Temas
<p>"Si, hicimos un curso en (...), homologado por la Consejería de Sanidad, donde en una semana nos pusimos al corriente de los nuevos tratamientos."</p> <p>"No, no he recibido formación. Hace unos años me encargué yo personalmente de ir a un curso."</p>	<p>Formación por cursos</p> <p>Formación suficiente</p>	<p>Formación continua</p>	<p>FORMACIÓN PARA ENCARGADOS Y OPERARIOS DE MANTENIMIENTO</p>
<p>"Los miembros de mi equipo han recibido formación pero en aspectos de legionela, más que en el tratamiento físico-químico del agua."</p> <p>"Sólo algunos de ellos. Hay uno que no quiere."</p>	<p>Formación equipo</p> <p>Formación trabajadores</p>	<p>Formación Equipo</p>	
<p>"Faltó más práctica, se centraron mucho en la gestión y poco en el mantenimiento."</p> <p>"(...) se habló sobre todo del ozono y de ultravioleta, y había muchos a favor y muchos detractores."</p> <p>"Fue demasiado teórico, la práctica la he hecho yo por mi cuenta."</p>	<p>Práctica en situación real</p> <p>Tratamientos químicos alternativos</p> <p>Formación suficiente</p>	<p>Elementos necesarios de formación</p>	

Figura 4.6. Árbol-Estructura dimensión formación



## ÁRBOL-ESTRUCTURA PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DE TRATAMIENTOS

Citas de Ejemplo	Categorías	Sub temas	Temas
<p><i>"No participé. Esta decisión yo creo que vino de una instalación modelo de la Junta, y el Ayuntamiento aceptó."</i></p> <p><i>"No participé. Supongo que el tratamiento fue elegido por Sanidad y la Delegación."</i></p> <p><i>"Investigamos que con ultravioleta podríamos eliminar cloramidas, y así que sugerimos que se instalará."</i></p> <p><i>"Al ser una piscina nueva y moderna elegirían el más ventajoso, económico y viable para la instalación que tenemos."</i></p>	<p>Participación decisión</p> <p>Características tratamiento</p>	<p>Elección tratamiento</p> <p>Por qué este tratamiento</p>	<p>Elección de Tratamiento químico</p>
<p><i>"(...) hay que estar dando vueltas mínimo cada hora, especialmente en una piscina tan grande como esta. Viendo niveles de pH, cloro, redox, comprobando si hay una bomba rota, un escape... esto supone conocer la instalación mejor que tu casa."</i></p> <p><i>"En una piscina climatizada, además del factor de la temperatura y los parámetros que controlamos día a día, un poco tienes que adelantarte a los problemas que puedan surgir. Por ejemplo una época muy fría o muy caliente."</i></p> <p><i>"(...) además realizamos la limpieza de los filtros. También hacemos el cambio del agua, estamos cambiando el agua un 5% al día. Hacemos también mediciones manuales 3 veces al día. Así como la limpieza de la zona de la playa y pasar el limpia fondos"</i></p> <p><i>"Tienes que controlar lo que te pide el agua, lo que estás consumiendo, partiendo del agua que tienes y sus características."</i></p>	<p>Control</p> <p>Tratamiento físico</p> <p>Renovación y Consumo de agua</p> <p>Temperatura</p> <p>Características del agua</p>	<p>Protocolo de mantenimiento</p>	<p>Mejora de la instalación a través de la calidad del agua</p>
<p><i>"lo cambiaríamos por ozono. Por el tema del cloro, a parte de los trabajadores, que es tóxico, luego el olor del agua, gente que es alérgica.... Si eliminas el cloro estas cosas no suceden."</i></p> <p><i>"El más efectivo es el tratamiento por cloración, es el más desinfectante. Los demás tratamientos funcionan bien, pero no llegan a la desinfección del cloro."</i></p> <p><i>"Si, lo cambiaría por electrólisis con ultravioleta. Además hay</i></p>	<p>Seguridad</p> <p>Poder desinfectante</p> <p>Económico</p>	<p>Características Tratamiento</p> <p>Cambio del tratamiento actual</p>	<p>Mejor tratamiento químico conocido</p>

<p>estudios publicados que indican la viabilidad que estos sistemas tienen. Se pueden amortizar antes, como tienes un ahorro en lavados, en agua y en químicos.”</p>				
<p>“El hipoclorito yo sé que es muy agresivo con materiales y en los años que llevo trabajando aquí se han ido degastando algunos materiales, siendo los materiales adaptados a estas necesidades. Pero el tratamiento es necesario.”</p> <p>“(….)yo diría que más o menos ozono y ultravioleta se darían la mano, ya que la química queda eliminada.”</p> <p>“(…) el ozono precipita muchos metales, como el hierro. Entonces conseguimos que si los precipita al fondo de la piscina conseguimos agua más clara, ya que la porquería se va al fondo y la recoge el limpiafondos. Por otra parte el ozono y el ultravioleta floculan de forma natural, por lo que también hacen que las partículas se precipiten.”</p> <p>“Si la concentración química se pasa de unos determinados niveles que varían según la comunidades autónomas la piscina hay que cerrarla, y a partir de ahí tienes el agua para trabajar como quieras. Si por ejemplo sube mucho el cloro se inyecta sulfito. La cosa es que si hay una situación de crisis, lo ideal es cerrarla y renovar el agua.”</p> <p>“Si es un mundial con nadadores de élite, supongo que el que menos perjudicase al atleta, ultravioleta u ozono.”</p>	<p>Tratamiento corrosivo</p> <p>Tratamiento ecológico</p> <p>Tratamiento físico</p> <p>Protocolo anticrisis</p> <p>Eventos</p>	<p>Características tratamiento</p> <p>Control</p> <p>Normativa</p> <p>Tratamientos tradicionales (cloro, bromo)</p> <p>Tratamientos alternativos (ozono, Ultravioleta, sal)</p>	<p>Gestión de los tratamientos</p>	

Figura 4.7. Árbol-Estructura dimensión Planificación y Gestión de Tratamientos

ÁRBOL-ESTRUCTURA SATISFACCIÓN			
Citas de Ejemplo	Categorías	Sub temas	Temas
<p><i>"Si influye, sobre todo a la hora de trabajar con cloro, cuando hay una fuga y tienes que reparar un latiguillo, la ropa te sabe a lejía."</i></p> <p><i>"Es todo negativo, trabajar con estos productos. Por la toxicidad que tienen, según las fichas de seguridad, los protocolos de seguridad... cuando te exigen tantas medidas de seguridad es que es tóxico. Ahora con ultravioleta se nota la diferencia, en el olor y además que se trabaja con menos sustancia química."</i></p>	<p>Peligrosidad Trabajo</p> <p>Olor</p> <p>Desgaste ropa de baño</p> <p>Problemas de salud</p> <p>Trabajo con químicos</p>	<p>Satisfacción Operario</p>	Satisfacción
<p><i>"La gente se encuentra muy satisfecha, ya que en piscinas con cloro, se desgasta la ropa, hay problemas de piel seca, y sobretodo el olor. Sin embargo en ozono, la gente viene encantada, la piel no se le seca, los ojos no se irritan, la piel no se seca, el bañador dura el doble..."</i></p> <p><i>"Sobre todo hemos recibido quejas, por altas concentraciones de cloro en ambiente, en este caso cloraminas que nos provocan olores y también por irritaciones cutáneas."</i></p>	<p>Reclamaciones</p> <p>Problemas de salud</p> <p>Desgaste ropa de baño</p> <p>Quejas</p> <p>Olor</p>	<p>Satisfacción Usuario</p>	
<p><i>"En los trabajadores de piscina es en los que más se nota, ya que por ejemplo el cloro que se evapora les afecta directamente a ellos, debido a que son las personas que más horas están expuestas."</i></p> <p><i>"Ahora los trabajadores no se quejan respecto a picor de ojos, problemas en garganta, etc. Cuando hemos tenido problemas han sido lo que más han sufrido por el tema de la ventilación."</i></p> <p><i>"Asimismo también influye la temperatura, que en una piscina cubierta hace que haya más vapores químicos en el ambiente."</i></p>	<p>Cloro Ambiente</p> <p>Tiempo de exposición</p> <p>Problemas de salud</p> <p>Ventilación</p> <p>Temperatura</p>	<p>Satisfacción trabajadores a pie de piscina</p>	

Figura 4.8. Árbol-Estructura dimensión Satisfacción

ÁRBOL-ESTRUCTURA PROBLEMAS DE SALUD			
Citas de Ejemplo	Categorías	Sub temas	Temas
<p><i>"Yo creo que sí, ya que la cantidad de químicos es baja, si estás respirando una atmósfera cargada de cloraminas en el ambiente y un agua con cloro fuerte, pues el cuerpo no nada igual. Por otra parte, no se si habrá problemas con el tema de electrolisis y las competiciones respecto a la densidad, ya que se flota más."</i></p> <p><i>"Yo creo que el tratamiento químico afecta negativamente al nadador, el nadador respira en la lámina de agua donde hay una gran concentración. Si tienes bromo con ozono, se hace que mejore mucho más el rendimiento. Ultravioleta también puede ser bueno, pero sigues teniendo cloro. Y cuanto más se bata el agua más concentración de cloro ambiental se produce, la temperatura también afecta, etc."</i></p> <p><i>"Yo sé que cuando hablas con la gente que el ozono al oxigenar el agua se flota más. Y por ello se pueden batir récords. A parte, en relación a las mucosas y las irritaciones pues es más cómodo. A parte la gente con asma, al tener más oxígeno el agua y el ambiente puede beneficiarles."</i></p>	<p>Cloro ambiente</p> <p>Características tratamiento</p>	<p>Efecto tratamiento químico en Rendimiento</p>	<p>Problemas de salud</p>
<p><i>" (...) pienso lo mismo de las personas mayores que vienen a hacer sus ejercicios. Muchas de ellas pueden tener problemas respiratorios que si no se tiene un correcto tratamiento se pueden agravar. Ocorre lo mismo con los niños, la matronatación..."</i></p> <p><i>"El operario recibe directamente el producto químico. Y el socorrista está mucho en el ambiente. Y los nadadores que son de élite sí, pero los que nadan menos de dos horas al día no tienen por qué sufrir demasiado."</i></p> <p><i>"Yo creo que el ozono es mejor, ya que te evitas tener tanto cloro y por tanto daño a las vías respiratorias."</i></p> <p><i>"Si, pues temas como alergias, sarpullidos, en algunos casos, escozor de ojos, siempre por exceso debido a algún problema."</i></p>	<p>Sujetos más expuestos</p> <p>Problemas respiratorios</p> <p>Irritación de ojos Alergias</p>	<p>Problemas de salud percibidos</p>	

<p><i>"Yo creo que el cloro es dañino, a parte hay estudios que dicen que es cancerígeno, sólo el tratar el día a día con esta sustancia ya lleva un riesgo."</i></p> <p><i>"(...) la electrólisis salina hace que el agua tenga una conductividad mucha más alta que el cloro que el ozono. Esto puede afectar incluso en el rendimiento de las personas. Con una conductividad alta un virus se puede propagar mucho más rápido que en otros."</i></p> <p><i>"Siempre que haya un elemento químico dentro del agua puede afectar en mayor o menor medida, puede haber irritaciones, piel seca. Manteniendo una calidad óptima podemos minimizar los riesgos. El mejor sitio para bañarse es un río."</i></p>	<p>Cáncer</p> <p>Propagación vírica</p> <p>Irritación de piel</p> <p>Sequedad de piel</p>			
<p><i>"Cuando se produce algo así, más que un mal control es un accidente La propia sustancia no ocasiona problemas, si por lo que sea hay una sobredosis por una avería."</i></p> <p><i>"Que haya un fallo en el control, siempre puede ser un fallo humano. El mezclar un producto con otro, equivocarte de garrafa, pero la sustancia en si no."</i></p> <p><i>"Y el cloro, el bromo, aunque estén en cantidad correcta, son sustancias tóxicas y cancerígenas. Y aunque según el ministerio necesites una exposición muy grande, siguen siendo químicos. "Si los parámetros son correctos y hay problemas es porque hay personas que pueden ser más sensibles al tratamiento."</i></p>	<p>Accidente o fallo mecánico</p> <p>Fallo humano</p> <p>Características tratamiento</p> <p>Sensibilidad de los usuarios</p>	<p>Causa problemas de salud</p>		
<p><i>"Hay operarios que no cumplen todas las medidas, y a ellos les va. Ellos saben lo que tienen que hacer, saben cómo actuar, y a veces por comodidad o rapidez no lo cumplen."</i></p>	<p>Cumplimiento normas INSHT</p>	<p>Cumplimiento normas de seguridad operarios</p>		

Figura 4.9. Árbol-Estructura dimensión Problemas de salud

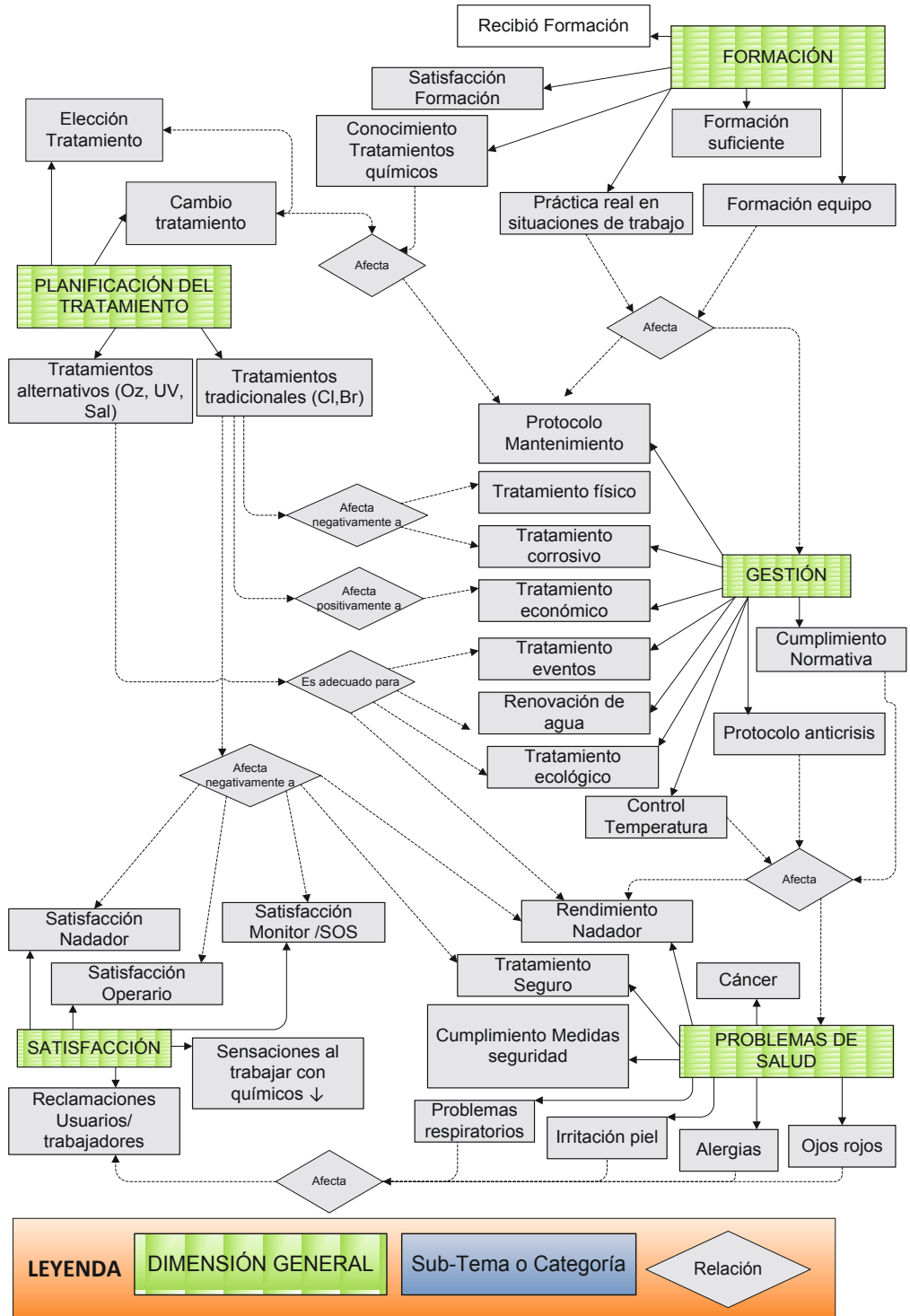


Figura 4.10. Relación Interdimensional

## CAPÍTULO V

### **Estudio 2: Problemas de salud percibidos por usuarios y trabajadores a pie de piscina en piscinas cubiertas de Castilla-La Mancha y Madrid**

#### **Métodos y Resultados**

*Las estadísticas, como algunos pasteles, son buenas si se sabe quién las hizo y se está seguro de los ingredientes.*

Lawrence Lowell





### 5.1. Diseño de la investigación

Este segundo estudio está enmarcado dentro de la metodología cuantitativa, con carácter **descriptivo** (ya que pretende describir la situación actual). El diseño metodológico de este segundo estudio se va a describir en función de las pautas establecidas por Gutiérrez-Dávila y Oña (2005) y por Thomas y Nelson (2007). Estas pautas han sido llevadas a cabo en estudios similares al que aquí se propone sobre satisfacción y salud percibida en instalaciones deportivas (Burillo, 2009) y más concretamente en piscinas cubiertas a usuarios y trabajadores (Fantuzzi et al., 2010; Ferrari et al., 2011; Jacobs et al., 2007; Levesqué et al., 2006; Silvestri et al., 2012). Respecto al tipo de diseño al que pertenece esta investigación, teniendo en cuenta que el objetivo principal es conocer los problemas de salud percibidos y la satisfacción de los trabajadores a pie de piscina y usuarios de una piscina cubierta, podemos enmarcar el trabajo en primer lugar en el campo de la epidemiología ya que analizamos los problemas de salud de una población determinada con unas características propias, y la sociología del deporte, porque el análisis se elabora a través de la opinión de las personas que hacen uso de unas instalaciones donde se realiza actividad física.

Para este estudio, se han utilizado las técnicas de investigación del cuestionario estructurado por escalas sociométricas. Con estas escalas, las diferentes respuestas a las preguntas tienen atribuido un valor numérico, lo que permite cifrar cuantitativamente y medir el nivel que alcanza en cada caso la actividad o aspecto investigado. De la misma manera, se ofrecen varias preguntas con respuesta semi-cerrada, donde se examinan ventajas, inconvenientes y otros comentarios posteriormente categorizados. El análisis realizado a través de este cuestionario se apoya en la forma subjetiva de la medición de la percepción de la satisfacción de los usuarios deportivos y la salud percibida, como ya se hiciera en diferentes estudios (Burillo 2009, Calabuig, Quintanilla y Mundina, 2008; Dorado, 2006; Fantuzzi, et al., 2010; Ferrari et al., 2011; Levesqué et al., 2006).

### 5.2. Población y objeto de estudio

Como indicábamos en la fundamentación teórica, las piscinas cubiertas son utilizadas con diferentes fines o enfoques. En primer lugar, hay que destacar los usuarios de baño libre, cuyo principal objetivo es el deporte salud. Otra población importante son los nadadores federados que forman parte de entidades deportivas (clubes de natación, triatlón, waterpolo, sincronizada y salvamento acuático), siendo éstos los que más utilizan la instalación y con mayor intensidad (Weng y Blatchley, 2011). Otros usuarios que asisten regularmente a la piscina son los niños y adultos inscritos en los cursos de natación ofrecidos por el patronato deportivo o la empresa, en este caso hay que subrayar la introducción en los últimos años del *fitness* acuático a través de clases

dirigidas. Por último, una población creciente en la práctica de la natación es la tercera edad, utilizando la instalación para fines tanto deportivos como terapéuticos.

Para llevar a cabo todas estas actividades existe un gran número de profesionales en actividades acuáticas, monitores y entrenadores, cada vez más especializados en los diferentes enfoques que ofrece la natación como deporte. Asimismo, al tratarse de un medio con factores de riesgo para los usuarios, se hace necesaria la Figura del socorrista acuático, para encargarse de la prevención de riesgos derivados de la instalación y de la práctica deportiva, la vigilancia continua de usuarios y actividades, además de la actuación en caso de emergencia para ofrecer primeros auxilios (González, Palacios, Barcala y Oleagordia, 2008).

Por tanto, nuestro objetivo en el estudio es obtener una muestra significativa de estos grupos de población, con el fin de recabar una opinión generalizada sobre los efectos del tratamiento químico utilizado en el medio acuático de piscinas cubiertas y los problemas que pueden derivar de él.

### **5.3. Muestra**

La importancia de la fiabilidad y representatividad de la población en la cual queremos intervenir ha hecho que tengamos en cuenta, además de que la muestra seleccionada sea representativa, que se manifiesten las diferencias y similitudes de la población a la cual se van a extrapolar los resultados. Para ello, es necesario acotar la muestra. Los participantes deben ser los únicos que tienen la respuesta a las cuestiones planteadas, de manera que el investigador debe saber quién puede proporcionar la información (Thomas y Nelson, 2007). En este estudio, es requisito obligatorio para la selección de la muestra que todos los participantes utilicen regularmente las piscinas cubiertas o trabajen en ellas al menos media jornada. Para esto, se realizará una pregunta relacionada con el tipo de actividad realizada en la instalación antes de proceder a pasar el cuestionario.

#### **5.3.1. Cálculo del tamaño de la muestra**

El cálculo del tamaño de muestra para estudios de tipo social se realiza considerando como base de análisis una variable discreta, que sigue una distribución de probabilidades de tipo binomial. La generalidad de las variables que se utilizan en los cuestionarios es de este tipo. Se realiza un procedimiento en dos etapas básicas:

- Determinar el tipo de muestreo a utilizar.
- Calcular tamaño de muestra, y distribución por estratos y/o por conglomerados, si procede, en función del tipo de universo definido.

En este caso se ha considerado conveniente utilizar dos universos independientes y delimitados, y por tanto se aplica el muestreo aleatorio simple en cada caso. Se valoró la posibilidad de realizar un diseño probabilístico estratificado que incluyera usuarios y trabajadores a pie de piscina, pero las proporciones de estos son muy diferentes entre sí, por lo que básicamente participarían los usuarios y el número de trabajadores a pie de piscina constituirían una quinta parte de la muestra total; lo cual no es deseable para cumplimentar los objetivos.

Para el cálculo del tamaño de muestra se ha realizado un primer cálculo preliminar del tamaño de la muestra,  $n'$ , y la posterior ecuación de corrección, para el cálculo del tamaño de la muestra,  $n$ . También se ha definido un nivel de confianza de un 95%, de manera que la muestra logre obtener el mayor tamaño posible, lo cual es conveniente para realizar estudios en universos desconocidos y abarcar mayor cantidad de información. Para ello nos basamos en el universo total teórico del 22,9% practicantes de natación competitiva y recreativa sobre porcentaje de población total practicante de deporte en las Comunidades de Castilla-La Mancha (39%) y Madrid (45%) según los datos de la Encuesta de Hábitos Deportivos de los Españoles (García Ferrando y Llopis, 2011). El cálculo queda reflejado en la Tabla 5.1. Para los trabajadores a pie de piscina se estableció una media de diez trabajadores por instalación, utilizando como referencia el número de piscinas cubiertas de las Comunidades de Castilla-La Mancha y Madrid (CSD, 2005) añadiendo las piscinas cubiertas de reciente apertura, y el número de trabajadores existentes por instalación en estudios previos (Fernández-Luna, 2010) (Tablas 5.1 y 5.2).

Tabla 5.1. Identificación del universo de usuarios de piscinas cubiertas

	Castilla-La Mancha		Madrid	
	%	Total (n)	%	Total (n)
Población Total (25-65 años)	100	1.372.289	100	4.358.429
Población Práctica Deportiva Activa	39	535.193	45	1.961.295
Población dentro de Práctica Deportiva que practica natación	22,9	122.559	22,9	449.136
<b>Total Universo (N)</b>		<b>571.695</b>		

Tabla 5.2. Identificación del universo de trabajadores a pie de piscina

	Castilla-La Mancha	Madrid
Total piscinas cubiertas (n)	55	275
Media Monitores/SOS por instalación (n)	10	
<b>Total Universo (N)</b>	<b>3.300</b>	

1) Cálculo del tamaño de muestra preliminar,  $n'$ , considerando que el universo tiene tamaño infinito.

$$n' = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 P(1-p)}{e^2} \quad (\text{Cálculo preliminar}) \quad (1)$$

2) Cálculo del tamaño de muestra, **n**, mediante la siguiente ecuación de corrección, que tiene en cuenta el tamaño real del universo, **N**

$$n = \frac{n'}{1 + n'/N} \quad (\text{Ecuación de corrección}) \quad (2)$$

en donde,

- n': Tamaño de muestra preliminar.
- n: Tamaño de muestra.
- N: Tamaño del universo.
- Z: Variable normal.
- a: Nivel de significación
- p: Probabilidad de éxito.
- e: Error estándar.

Para poder aplicar estas ecuaciones se define un nivel de confianza moderado, de un 95% (nivel de significación, 5%), y una probabilidad de éxito, p del 95%. De esta forma se logra obtener la muestra de mayor tamaño posible, ya que el producto p (1-p) se hace máximo bajo estas condiciones, lo cual es conveniente para realizar estudios en universos desconocidos y abarcar mayor cantidad de información. Estos cálculos se realizan de forma múltiple, ya que se hacen pruebas a diferentes niveles de error estándar. Se aconseja, en estudios muy precisos utilizar un 2%, aunque en la práctica los diseños muestrales pueden presentar un error estándar mayor sin que se deje de recoger información relevante.

La ecuación de corrección (2) ajusta el tamaño de muestra preliminar a las condiciones del experimento, y con ello se obtiene la cantidad de sujetos que se deben encuestar para lograr que la muestra sea representativa del universo que se ha definido, y realizar la investigación cuantitativa con una precisión adecuada, involucrando un número mínimo de sujetos, con el consiguiente ahorro de tiempo y recursos.

Si bien, las circunstancias logísticas del estudio obligaron a que el tamaño de la muestra fuese considerado en función de un error estándar moderado. De manera que la muestra calculada para el estudio de usuarios fue de 1000 participantes, y para el estudio de trabajadores a pie de piscina 200, apreciándose un error estándar asociado de un 2%, en los primeros y de un 4% en los segundos como puede observarse en las Figuras 5.1 y 5.2.

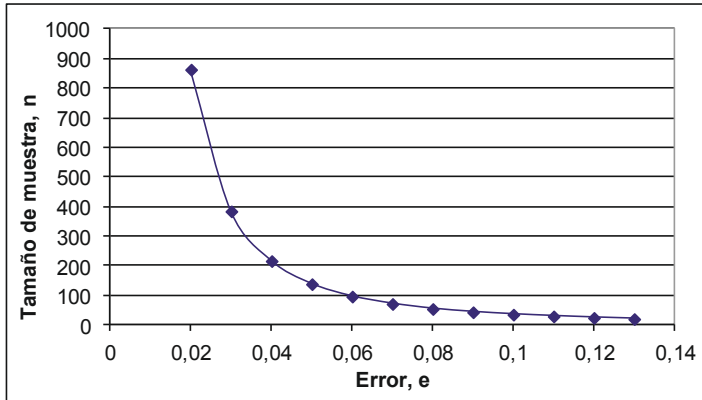


Figura 5.1. Tamaño de muestra en función del error necesaria para usuarios

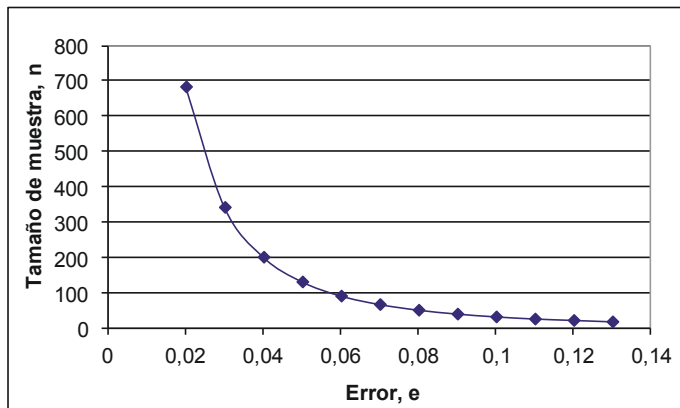


Figura 5.2. Tamaño de muestra en función del error necesaria para trabajadores a pie de piscina

La selección de los participantes se realizó a partir de este momento de forma aleatoria, partiendo del supuesto de que para que una muestra sea representativa del universo bajo estudio, todos los elementos deben tener la misma probabilidad de participar. No obstante, se establecieron ciertas prioridades de forma intencional para lograr una mayor representatividad del universo y a la vez obtener información relevante para cumplir los objetivos de la investigación. El muestreo de usuarios de piscinas fue estratificado en función de los diferentes tratamientos químicos utilizados en la desinfección de las instalaciones. Este paso fue complicado debido a que la mayoría de instalaciones utilizaban hipoclorito sódico como único desinfectante, por lo que se tuvo que realizar una búsqueda y selección de piscinas con otros tratamientos, estableciendo un mínimo de 150 y un máximo de 300 usuarios para cada tratamiento, y un máximo de 60 usuarios por instalación. Sucedió lo mismo con los trabajadores a pie de piscina, y en esta ocasión resultó incluso más difícil, debido a la varianza de personal en función del tamaño de las instalaciones; en este caso se estableció un mínimo de 35 trabajadores para cada tratamiento.

### 5.3.2. Diseño muestral

Dentro de los usuarios, dada la gran diversidad de edades, se ha considerado conveniente seleccionar a todos aquellos nadadores/as, mayores de 16 años que sean usuarios habituales u ocasionales de las distintas piscinas cubiertas, siendo el límite máximo de edad 65 años. Los trabajadores a pie de piscina han seguido el criterio de estar contratados un mínimo de 15 horas hasta un máximo de 40 y desempeñar su trabajo en el ambiente de la piscina.

La muestra de **usuarios** está compuesta de **1001** participantes, con un error estándar de un 2% como mencionamos anteriormente. El número aproximado de participantes por instalación oscila entre los 30 y 60. La muestra de **trabajadores a pie de piscina** está compuesta por **230** participantes, con un error estándar del 4%. La media de participantes por instalación varía desde los 6 hasta los 15 en instalaciones más concurridas y de mayor tamaño. La distribución por tratamientos químicos y por comunidades puede observarse en la Tabla 5.3 y Figuras 5.3 y 5.4.

Tabla 5.3. Distribución de Usuarios y trabajadores a pie de piscina según tratamiento químico

TRATAMIENTO	Cloro (n)	Bromo (n)	Electrólisis salina (n)	Ozono (n)	Ultravioleta (n)	Total (n)
Instalaciones	5	4	3	4	4	20
Usuarios	269	155	151	255	171	1001
Trabajadores a pie de piscina	65	42	34	45	44	230

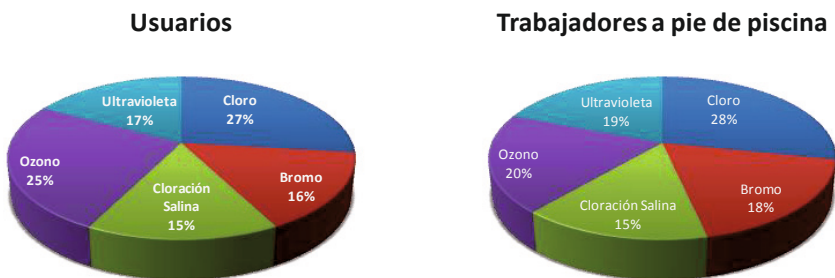


Figura 5.3. Porcentaje de usuarios y trabajadores a pie de piscina según tratamiento químico



Figura 5.4. Distribución de piscinas por tratamiento y comunidades

### 5.3.3. Características de la muestra

Siguiendo la Tabla 5.4 podemos observar que hay un nivel homogéneo entre hombres y mujeres. El grupo de edad con más encuestados son los 25-45 años, seguido de los mayores de 45 y en último lugar los menores de 25. La mayoría de usuarios tienen más de un año de experiencia en la instalación, y son habituales o abonados. La franja horaria de mayor asistencia es la tarde, seguida por la mañana, siendo inferior el número de usuarios que asiste en ambas franjas horarias de forma indistinta. Los porcentajes de usuarios con problemas de salud previos se encuentran por debajo del 10% en alergia a sustancias químicas, problemas respiratorios, problemas dermatológicos. Un ligero porcentaje del 12,2% utiliza tapones para los oídos durante el nado. Y el 17,6 % de la muestra son nadadores federados y entrenan en un club de natación, waterpolo, sincronizada o triatlón.

Tabla 5.4. Frecuencias y porcentajes de la muestra de usuarios

		Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Género	Hombre	468	46,8
	Mujer	533	53,2
Edad	16-25	241	24,1
	25-45	472	47,2
	>45	288	28,8
Experiencia	Más de un año	697	69,6
	Menos de un año	304	30,4
Franja horaria de asistencia a la instalación	Mañana	237	23,7
	Tarde	631	63,0
	Ambas	133	13,3
Tipo de usuario	Habitual (abonado)	868	86,7
	Ocasional	133	13,3
Problemas Respiratorios previos	SI	68	6,8
	NO	933	93,2

Problemas dermatológicos previos	SI	70	7,0
	NO	931	93,0
Alergia sustancias químicas	SI	36	3,6
	NO	965	96,4
Utilización de tapones auditivos durante nado	SI	122	12,2
	NO	879	87,8
Nadador federado	SI	176	17,6
	NO	825	82,4

Siguiendo la Tabla 5.5, la muestra de trabajadores a pie de piscina está compuesta en su mayoría por monitores de natación, seguida de los Monitores/Socorristas que son una nueva modalidad laboral en numerosas piscinas cubiertas, y en último lugar los socorristas. El porcentaje de hombres es ligeramente superior al de mujeres en un 10%. La mayoría de trabajadores se encuentra en una franja de edad comprendida entre los 25-45 años y tienen una experiencia superior a un año en la instalación. El contrato de trabajo más común es la jornada completa (35 horas) y la franja horaria de trabajo se reparte entre la tarde y la indistinta entre mañana y tarde. Los sujetos con problemas respiratorios, dermatológicos y alergias previas no superan el 15% de la muestra en ninguno de los casos.

Tabla 5.5. Frecuencias y porcentajes de la muestra de trabajadores a pie de piscina

		Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Puesto de Trabajo	Monitor	132	58,9
	Socorrista	40	17,9
	Monitor / SOS	52	23,2
Género	Hombre	130	58,0
	Mujer	94	42,0
Edad	16-24	51	22,8
	25-45	149	66,5
	>45	24	10,7
Experiencia	Más de un año	72	32,1
	Menos de un año	152	67,9
Horario de trabajo	Mañana	28	12,5
	Tarde	96	42,9
	Ambas	100	44,6
Jornada Laboral	Media Jornada	83	37,1
	Jornada Completa	141	62,9
Problemas Respiratorios previos	SI	27	12,1
	NO	197	87,9
Problemas dermatológicos previos	SI	28	12,5
	NO	196	87,5
Alergia sustancias químicas	SI	12	5,4
	NO	212	94,6

#### 5.4. Variables del estudio

Gutiérrez-Dávila y Oña (2005) define variable como el hecho de que exista una colección de valores estrechamente relacionados con una escala que son diferentes y mutuamente excluyentes entre sí. Como se ha comentado en los procesos de construcción de los dos cuestionarios primero se realizó una revisión de las posibles



variables objeto de estudio a través del estudio cualitativo previo y se concretaron las mismas. En las siguientes Tablas se puede observar la división de variables en función del tipo de población. Asimismo, realizaremos una subdivisión en las variables métricas en cuatro grupos en la muestra de usuarios y cinco en la muestra de trabajadores a pie de piscina, con el fin de facilitar el análisis posterior.

Tabla 5.6. Variables muestra usuarios

<b>CUESTIONARIO DE USUARIOS</b>
<b>VARIABLES CATEGÓRICAS (independientes)</b>
<b>Sexo</b>
<b>Edad</b>
<b>Experiencia</b>
<b>Franja horaria</b>
<b>Días de asistencia por semana</b>
<b>Tipo de usuario</b>
<b>Problemas respiratorios previos</b>
<b>Problemas alérgicos previos</b>
<b>Uso de taponos auditivos</b>
<b>Nadador Federado</b>
<b>Tratamiento químico utilizado en la piscina</b>
<b>VARIABLES DE SATISFACCIÓN O MÉTRICAS (Dependientes)</b>
<b>Dimensión Percepción</b>
<b>Percepción (olor, sabor) asociadas al tratamiento químico</b>
<b>Incomodidad respecto a las sensaciones</b>
<b>Dimensión Problemas de salud percibidos</b>
<b>Problemas respiratorios (dificultad para respirar, tos, irritación vías respiratorias)</b>
<b>Problemas auditivos (otitis, infección)</b>
<b>Problemas dermatológicos (eczema, picor)</b>
<b>Sequedad de Piel</b>
<b>Irritación de ojos</b>
<b>Dimensión Satisfacción</b>
<b>Percepción de calidad del agua</b>
<b>Asociación con problemas de salud</b>
<b>Daño del tratamiento en bañador</b>

Tabla 5.7. Variables muestra trabajadores a pie de piscina

<b>CUESTIONARIO TRABAJADORES A PIE DE PISCINA</b>
<b>VARIABLES CATEGÓRICAS (independientes)</b>
<b>Sexo</b>
<b>Edad</b>
<b>Experiencia</b>
<b>Puesto de trabajo</b>
<b>Franja horaria</b>
<b>Formación</b>
<b>Tipo de Jornada (media, completa)</b>
<b>Problemas respiratorios previos</b>
<b>Problemas alérgicos previos</b>
<b>Tratamiento químico utilizado en la piscina</b>
<b>VARIABLES DE SATISFACCIÓN O MÉTRICAS (dependientes)</b>
<b>Dimensión percepción</b>
<b>Sensaciones (olor, sabor) asociadas al cloro</b>
<b>Incomodidad respecto a las sensaciones</b>
<b>Dimensión Problemas de salud</b>
<b>Problemas respiratorios (dificultad para respirar, tos, irritación vías respiratorias)</b>
<b>Problemas auditivos (otitis, infección)</b>
<b>Problemas dermatológicos (eczema, picor)</b>
<b>Sequedad de Piel</b>
<b>Irritación de ojos fuera del agua</b>
<b>Irritación de ojos dentro del agua</b>
<b>Fiebre, mareos</b>
<b>Problemas de salud usuarios</b>
<b>Dimensión Satisfacción</b>
<b>Seguridad del tratamiento químico</b>
<b>Asociación con problemas de salud</b>
<b>Calidad General del Agua.</b>
<b>Daño del compuesto químico sobre materiales e instalación</b>

## 5.5. Instrumentos

Según Gutiérrez-Dávila y Oña (2005), la encuesta es una técnica de obtención de datos, a través de la cual se puede estudiar una realidad cuando se trabaja con una metodología descriptiva, y el cuestionario se puede definir como el instrumento que se utiliza para llevar a cabo una encuesta. Otra definición similar la realizan Thomas y Nelson (2007),

que definen la encuesta como la técnica de investigación descriptiva que intenta definir prácticas u opiniones actuales de una población concreta, y que puede adoptar la forma de cuestionario, entrevista o encuesta normativa. El método encuesta consiste en someter a un grupo o a un individuo a un interrogatorio, invitándoles a contestar a una serie de preguntas de un cuestionario. Estas son cuidadosamente preparadas en relación con el problema que se investiga y las hipótesis que se quieren comprobar. El objetivo es obtener datos fiables a través de la realización del cuestionario, donde no ha sido seleccionada la totalidad de la población

El instrumento a utilizar estuvo compuesto por dos cuestionarios sobre los problemas de salud percibidos y la satisfacción en piscinas cubiertas, desde el punto de vista del usuario y el operario, y que se encuentran en los Anexos III y IV respectivamente. Para Hayes (1999), la utilización de encuestas de satisfacción del usuario es extremadamente apropiada para las organizaciones del sector servicios. Todos los cuestionarios fueron inicialmente de elaboración propia, utilizando diferentes escalas sociométricas.

#### **5.5.1. Construcción del cuestionario**

Para la elaboración de los cuestionarios se siguieron los procedimientos generales para este instrumento que se utilizan en la medición de la satisfacción por Dorado (2006) y Burillo (2009).

- a) Identificación de los elementos a evaluar.
- b) Determinación de las exigencias de los usuarios y las dimensiones que definen la satisfacción en las piscinas cubiertas, relacionadas con el tratamiento químico utilizado.
- c) Realización de la encuesta de satisfacción y salud percibida que contenga entre sus elementos la valoración del nivel de la satisfacción general, los distintos factores/dimensiones que han sido seleccionados y los datos sociodemográficos de los encuestados.
- d) Realizar una revisión y estudio piloto para poder llevar a cabo acciones de mejora sobre el instrumento.
- e) Comprobar la validez y fiabilidad del cuestionario.

La elaboración del cuestionario para los usuarios y operarios ha seguido las siguientes fases:

#### **1ª Fase: Construcción del cuestionario.**

- Se llevó a cabo una revisión bibliográfica sobre cuestionarios similares.
- Se planteó una batería de ítems. El primer paso fue una batería inicial de 35 ítems para el cuestionario de usuarios y 40 para la de trabajadores a pie de

piscina, mediante una tormenta de ideas sobre los factores más importantes a considerar en la investigación global: satisfacción, salud percibida, sensaciones etc.

- Se realizó una revisión propia. Después de haber realizado el paso anterior, se revisó la formulación de las preguntas del cuestionario, reajustando los ítems que se consideraba oportuno, en función del objetivo a conseguir en el estudio.

### **2ª Fase:** Revisión por expertos.

- Tras la revisión propia del cuestionario, se procedió a la revisión de los expertos. Ésta se realizó con el objetivo de obtener validez en el contenido del cuestionario. De esta forma se pretendía enriquecer la información lograda sobre el problema de la investigación, más allá de la revisión bibliográfica desarrollada en los capítulos anteriores, sobre todo enfocado hacia la obtención de información de carácter práctico que trasciende de lo recogido en la literatura.
- El grupo de expertos estuvo formado por un investigador experto en sociología y encuestas de satisfacción, un investigador experto en el estudio de piscinas cubiertas, un médico experto en deporte, y cinco gestores deportivos con experiencia de cinco años en piscinas cubiertas. La revisión se realizó personalmente, por llamada telefónica o a través de correo electrónico, en las que el experto aportaba su feedback y el investigador incluía sus aportaciones.
- Tras la revisión de los expertos, se procedió a modificar los aspectos que se consideraban más problemáticos para obtener el cuestionario previo piloto. Después de haber hecho las innovaciones oportunas resultaron un total de 28 ítems para cada cuestionario.

### **3ª Fase:** Segunda prueba. Estudio Piloto.

- Se aplicó el cuestionario piloto a una muestra de 35 usuarios y 15 trabajadores a pie de piscina de una piscina cubierta de la Comunidad de Castilla-La Mancha.

El estudio de la validez es el grado en que un instrumento de medida mide aquello que realmente pretende medir o sirve para el propósito para el que ha sido construido. Se mide a través de la validez de contenido, validez de constructo y/o validez de criterio (Thomas y Nelson, 2007). Se debe tener en cuenta que la fiabilidad (confirmada) no asegura la validez. Para los anteriores autores, la validez es una condición indispensable que debe cumplirse.

En este estudio la comprobación de la validez del cuestionario se realizó a través de la validez de contenido con el mismo grupo de expertos que anteriormente ha sido mencionado en la segunda fase de los apartados de *“Elaboración del cuestionario”* para

cada uno de ellos. Esta revisión por expertos contribuyó en la elaboración y concreción del cuestionario piloto. En este cuestionario, a la vez que los participantes encuestados iban rellenando los cuestionarios piloto, se anotaban las preguntas o dudas que ellos tenían en referencia a los ítems. Al terminar también se les preguntaba por una valoración general y si había términos que pudieran ser confusos. La información suministrada fue muy útil para concebir el cuestionario definitivo, con ítems lo más explícitos posibles.

Pardo y Ruiz (2005) afirman que este tipo de validez engloba a las dos anteriores (contenido y criterio), por lo que resaltan la importancia de este proceso. Se utilizó la Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) para evaluar la validez y el Test de Esfericidad de Bartlett para evaluar la fiabilidad. Para la prueba de validez se obtuvieron buenos resultados para “usuarios” de 0,782 en la prueba de KMO ( $p < 0,01$ ). Para “trabajadores a pie de piscina” de 0,820 ( $p < 0,01$ ). La prueba de esfericidad indica que existe un alto nivel de correlación entre las variables, por lo que se estima que los instrumentos elaborados son adecuados para el estudio que se está realizando. Por otra parte, el indicador estadístico Alfa de Cronbach obtenemos valores positivos en ambos cuestionarios (Tablas 5.8 y 5.9).

Tabla 5.8. Prueba KMO y esfericidad de Bartlett aplicada a los cuestionarios

		Trabajadores a pie de piscina	Usuarios
Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.		,820	,907
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	1856,938	1856,938
	gl	55	55
	Sig.	,000	,000

Tabla 5.9. Alfa de Cronbach aplicado a los cuestionarios

	Trabajadores a pie de piscina	Usuarios
Alfa de Cronbach	,814	,788
N de elementos	15	11

### 5.5.2. Valoración del cuestionario

Los cuestionarios constan de diferentes ítems que versan sobre opiniones cualitativas y cuantitativas de los encuestados. Al referirse a valoración de las opiniones, distintos autores (Alexandris et al., 2004; Dorado, 2006; García Tascón, 2009) aconsejan construir respuestas en forma de escala tipo Likert, expresando la frecuencia de estas percepciones a través de una serie de grados representados numéricamente. Si bien la escala tipo Likert suele tener distinta puntuación, se ha considerado conveniente establecer una graduación de 1 al 7.

En concreto existen 28 ítems totales de la encuesta de usuarios y 30 de la encuesta de trabajadores a pie de piscina, cuya codificación se ha realizado mediante una escala tipo Likert 1-7 en 12 ítems en usuarios y 13 en trabajadores. El resto de ítems pertenecen a respuestas con codificación cerrada, o dicotómicas. Mediante la escala ordinal likert, se pregunta cuál es la frecuencia de percepción de un determinado problema de salud o su grado de satisfacción con distintos aspectos relacionados con el tratamiento químico del agua, presentándose distintas opciones para que escoja una. La escala se encuentra graduada en intervalos para que se elija uno, con un valor mínimo (1) y un valor máximo (7), de tal modo que la satisfacción y la percepción de problemas de salud del usuario o técnico se cuantifica según la valoración que haga de las distintas variables y dimensiones. El encuestado indica su grado de satisfacción o la frecuencia de percepción en la escala, eligiendo la categoría con la que se halla más de acuerdo. La Tabla 5.10 muestra gráficamente los intervalos en los que se sitúan cada una de las valoraciones realizadas.

Tabla 5.10. Diferentes tipos de valoración en escala Likert (1-7) utilizada

Valor asociado	1	2	3	4	5	6	7
Satisfacción	Muy Insatisfecho	Insatisfecho	Algo insatisfecho	Indiferente	Algo satisfecho	Satisfecho	Muy satisfecho (excelente)
Frecuencia	Nunca	Casi nunca	A veces (pocas ocasiones)	A veces	A veces (muchas ocasiones)	A menudo	Siempre
Conformidad	Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Indiferente (algo en desacuerdo)	Indiferente	Indiferente (algo de acuerdo)	De acuerdo	Completamente de acuerdo

### 5.5.3. Análisis de los datos

Los datos obtenidos se organizaron en una base de datos del paquete estadístico SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) 19.0 para Windows. Realizando las siguientes pruebas estadísticas:

- Análisis Descriptivo de Variables. Cálculo de parámetros descriptivos: Media, mínimo, máximo, desviación típica, varianza.
- Tablas de contingencia y pruebas de hipótesis para contrastar valores observados y esperados, a partir del estadístico Chi cuadrado ( $\chi^2$ ).
- Prueba Kolmogorov-Smirnov. Para realizar la prueba de normalidad y comparar distribuciones no normales.
- Cálculo del coeficiente de correlación Rho de Spearman. Se construyen tablas de correlaciones bivariantes aplicando este estadístico, que es válido cuando los datos se alejan significativamente del comportamiento normal.

- Prueba ANOVA, con post-hoc Tukey o Games Howell, Prueba T para muestras independientes, Kruskal-Wallis y U de Mann-Whitney, que permite determinar si existen diferencias significativas entre medianas, y que proporciona indirectamente un indicador comparativo de las medias de las distribuciones, aplicando los métodos paramétricos o no paramétricos según la distribución obtenida a través de Kolmogorov-Smirnov.
- Análisis de regresión.

## 5.6. Procedimiento de la investigación

Las fases del trabajo que se ha de llevar a cabo, es decir la temporalización, se encuentran enmarcadas en un modelo específico de investigación.

1. Revisión bibliográfica, determinación de variables y selección de instrumentos.
2. Creación del cuestionario y validación del mismo.
3. Elaboración del plan general del estudio y trabajo de campo.
4. Reunión con el responsable de la instalación (generalmente realizada por teléfono en primera instancia, y personal posteriormente).
5. Visita a las instalaciones y recogida de datos, al finalizar la actividad acuática favoreciendo el clima de confianza. El periodo de recogida de datos discurrió entre los meses de enero y mayo de 2011.
6. Almacenamiento de datos en hoja de cálculo, tratamiento estadístico en SPSS.
7. Presentación de los resultados. Elaboración de la discusión y conclusiones.
8. Elaboración del documento final.

## 5.7. Presentación de los resultados

A continuación realizaremos una exposición de los resultados obtenidos en dos grandes partes, una para los usuarios y otra para los trabajadores a pie de piscina.

### 5.7.1. Resultados en Usuarios

#### 5.7.1.1. Estudio Descriptivo de las variables nominales y métricas

Tabla 5.11. Frecuencias y porcentajes de las variables nominales. Muestra usuarios

		Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Causas de problemas de salud	Tratamiento químico	220	22,0
	Problemas propios	20	2,0
	NS/NC	761	76,0
¿Cambiaría el tratamiento químico de la instalación?	SI	168	16,8
	NO	370	37,0
	NS/NC	463	46,3
¿Qué tratamiento elegiría?	Cloro	1	1,0
	Bromo	4	2,0
	Ozono	11	7,0
	Ultravioleta	2	1,0
	Electrólisis salina	44	26,0
	Otros	3	2,0
	NS/NC	103	61,0

Dentro de las variables nominales, en la cuestión: “¿Cuál cree que es la causa de los problemas de salud percibidos?”, los problemas de salud son asociados a la sustancia química por un 22% de los encuestados. Un 16,8% de los encuestados cambiaría el tratamiento químico de la piscina, siendo la alternativa más valorada la electrólisis salina seguida por el ozono (Tabla 5.11).

En el análisis descriptivo de las variables evaluadas con escala likert 1-7 encontramos en primer lugar que la percepción el olor se percibe “a veces, en pocas ocasiones”, mientras que en la percepción de olor/sabor durante nado, la percepción obtiene un valor medio ligeramente menor. Por otra parte, la incomodidad respecto al olor químico obtiene una puntuación media de “indiferente”. La irritación de ojos sin gafas es el problema de salud percibido más a menudo, con una valoración media de “a veces”. La sequedad de piel se percibe de igual manera, mientras que los problemas auditivos, respiratorios y la irritación de piel son percibidos con valores medios cercanos a “casi nunca”. Por último, en la dimensión de satisfacción, el daño al bañador obtiene una puntuación media asociada a “indiferente”. Sucede lo mismo pero con un valor medio más bajo el considerar el tratamiento químico peligroso para la salud. La satisfacción general con el agua obtiene una valoración media de “algo satisfecho” (Tabla 5.12) (Figuras 5.6, 5.7 y 5.8) (página siguiente).

Tabla 5.12. Medias variables métricas (likert 1-7). Muestra usuarios

		m	s
Dimensión	Percepción de olor químico en instalación	2,88	1,781
Percepción	Percepción de olor/sabor durante nado	2,54	1,652
	Incomodidad respecto al olor	3,05	2,157
Dimensión	Irritación de ojos (sin gafas)	3,11	2,156
problemas de salud	Problemas respiratorios (ataques de asma, irritación garganta, tos, bloqueo de vías respiratorias)	1,57	1,205
	Irritación en la piel (sarpullido, eczema, picor)	1,62	1,301
	Sequedad en la piel	3,07	2,041
	Problemas auditivos (otitis, infección)	1,69	1,332
Dimensión	Daño en el bañador	4,10	2,182
Satisfacción	Considera tratamiento peligroso para la salud	3,18	2,027
	Satisfacción con el agua de la piscina	5,25	1,462



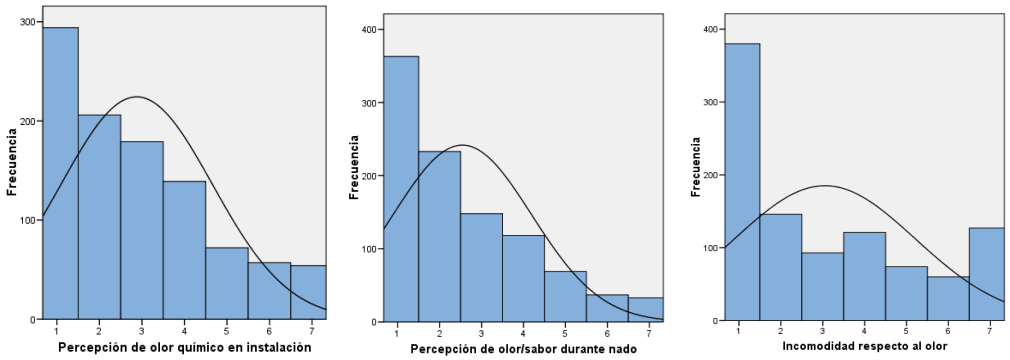


Figura 5.5. Histogramas Dimensión Percepción. Muestra usuarios

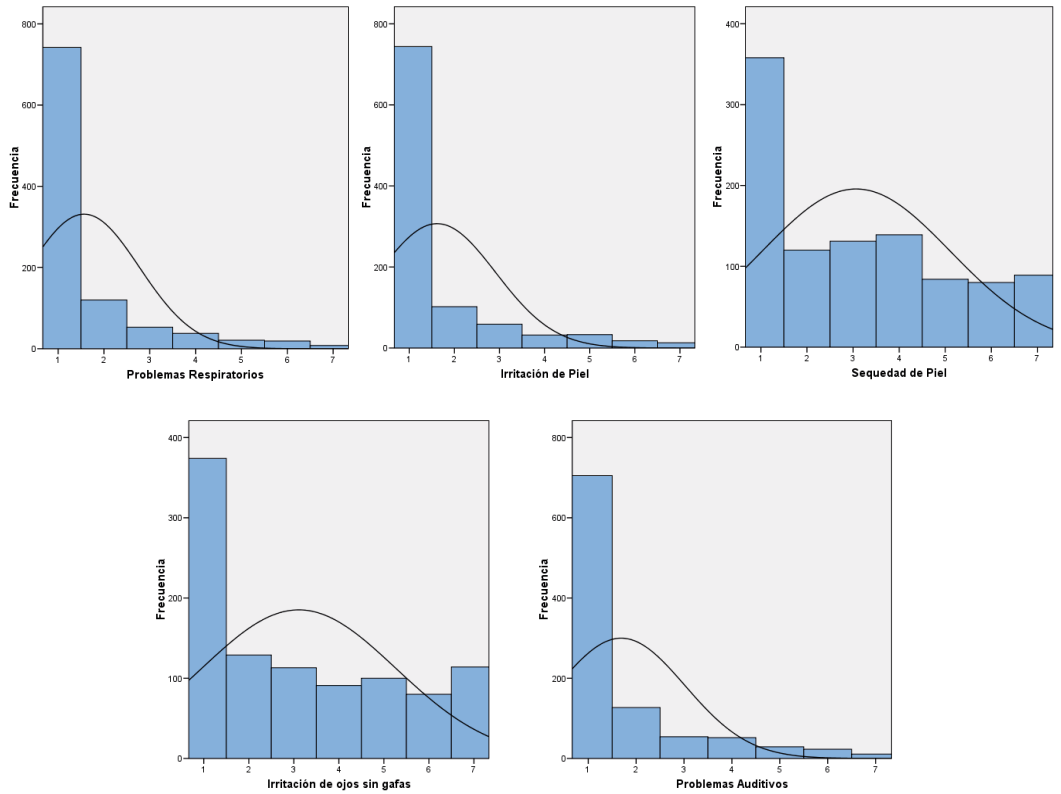


Figura 5.6. Histogramas Dimensión Problemas de Salud. Muestra usuarios

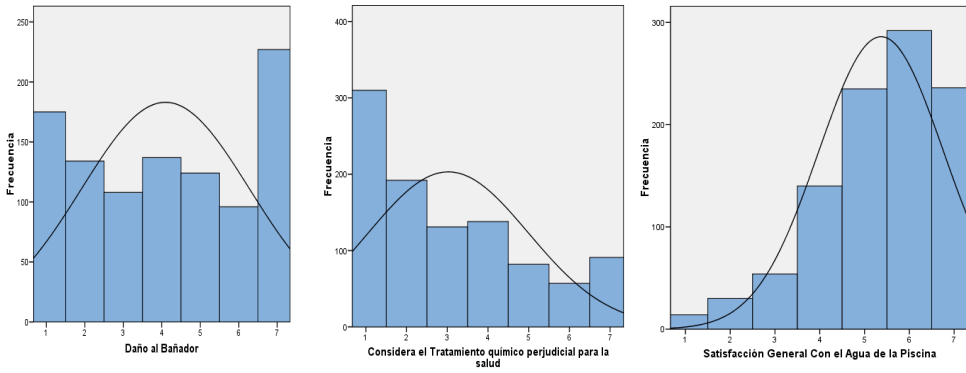


Figura 5.7. Histogramas Dimensión Satisfacción. Muestra usuarios

5.7.1.2. Diferencias entre grupos categóricos en función de las variables nominales

Para estudiar las diferencias entre grupos de población analizados en el estudio respecto a las cuestiones: “¿Cuál cree que es la causa de percibir estos problemas de salud?” Y “Si estuviera en su mano, ¿cambiaría el tratamiento químico utilizado actualmente en la instalación?”, se han aplicado las pruebas estadísticas Chi cuadrado (Tabla 5.13) y la prueba Z de comparación de columna (Tabla 5.13).

Tabla 5.13. Resultados Chi cuadrado en variables categóricas y nominales. Muestra usuarios

Contrastes		Chi Cuadrado	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Causas de Problemas de salud	Género	0,231	1	0,343
	Edad	30,457**	2	<b>0,000</b>
	Experiencia	13,837**	1	<b>0,000</b>
	Franja horaria	9,308**	2	<b>0,010</b>
	Tipo de usuario	,936	1	0,195
	Trastorno respiratorio	,102	1	0,424
	Problemas Dermatológicos	12,085**	1	<b>0,001</b>
	Alergia sustancia química	1,602	1	0,145
	Uso de tapones para oídos	1,464	1	0,138
	Nadador Federado	25,772**	1	<b>0,001</b>
	Tratamiento químico	26,610**	4	<b>0,000</b>
	Cambiaría el tratamiento actual	Género	0,249	2
Edad		28,267**	4	<b>0,000</b>
Experiencia		14,489**	2	<b>0,001</b>
Franja horaria		12,112*	4	<b>0,017</b>
Tipo de usuario		0,193	2	0,908
Trastorno respiratorio		0,472	2	0,790
Problemas Dermatológicos		0,807	2	0,668
Alergia sustancia química		3,687	2	0,158
Uso de Tapones para oídos		4,534	2	0,104
Nadador Federado		33,627**	2	<b>0,000</b>
Tratamiento químico		120,914**	8	<b>0,000</b>

\*\* Existen diferencias significativas al nivel 0,01 (bilateral). \* Existen diferencias significativas al nivel 0,05 (bilateral).

Existen diferencias significativas entre grupos de edad en las dos cuestiones tratadas. Siendo los sujetos jóvenes (16-25 años) los que consideran en un mayor porcentaje que el tratamiento químico es la causa de los problemas de salud respecto a los mayores de 45 años ( $p < 0,05$ ). Por otra parte, no hay diferencias significativas entre el grupo de edad 16-24 y el grupo de 25-45 años en esta cuestión. Respecto al cambio de tratamiento químico, los sujetos con edades comprendidas entre los 16 y 24 años son de nuevo los que cambiarían significativamente en un mayor porcentaje el tratamiento químico respecto a los otros dos grupos de edad ( $p < 0,05$ ). En todos los grupos de edad, son mayores los porcentajes de población que consideran otras causas distintas al tratamiento químico como el origen de sus problemas. Asimismo, es mayor el porcentaje de abstinencia en todos los grupos respecto a cambiar el tratamiento químico (Tabla 5.14).

Tabla 5.14. Diferencias entre proporciones de columna por grupos de edad. Cambiaría tratamiento químico y causas de problemas de salud percibidos. Muestra usuarios

			Edad		
			16-24	25-45	mayor 45
Causas Problemas de salud	Tratamiento químico	Recuento (n)	72 <sub>a</sub>	116 <sub>a</sub>	32 <sub>b</sub>
		% de Edad	29,9%	24,6%	11,1%
	Otras ,ns/nc	Recuento (n)	169 <sub>a</sub>	356 <sub>a</sub>	256 <sub>b</sub>
		% de Edad	70,1%	75,4%	88,9%
Cambiaría el tratamiento	Sí	Recuento (n)	61 <sub>a</sub>	78 <sub>b</sub>	24 <sub>b</sub>
		% de Edad	25,3%	16,5%	8,3%
	No	Recuento (n)	81 <sub>a</sub>	173 <sub>a</sub>	123 <sub>b</sub>
		% de Edad	33,6%	36,7%	42,7%
	ns/nc	Recuento (n)	99 <sub>a</sub>	221 <sub>a</sub>	141 <sub>a</sub>
		% de Edad	41,1% <sub>a</sub>	46,8% <sub>a</sub>	49,0% <sub>a</sub>

<sup>a,b,c</sup> Cada letra de subíndice indica un subconjunto de EDAD cuyas proporciones de columna no difieren significativamente entre sí en el nivel  $p < 0,05$ .

En función de la experiencia, los usuarios con más de un año de asistencia a la piscina cubierta consideran en mayor porcentaje que el causante de percibir problemas de salud es la tratamiento químico ( $p < 0,01$ ). Sucede lo mismo con el cambio de tratamiento, que sería llevado a cabo en un porcentaje mayor por los usuarios con una experiencia mayor de un año respecto a los que llevan asistiendo menos de un año ( $p < 0,01$ ). Tanto los sujetos experimentados como los no experimentados consideran en mayor porcentaje que la causa de los problemas percibidos es distinta al tratamiento químico y no cambiarían el tratamiento químico (Tabla 5.15).

Tabla 5.15. Diferencias entre proporciones de columna por experiencia. Cambiaría tratamiento químico y causas de problemas de salud percibidos. Muestra usuarios

			Experiencia	
			más de un año	menos de un año
Causas Problemas de salud	Tratamiento químico	Recuento (n)	175*	45*
		% de Experiencia	25,2%	14,7%
	Otras, ns/nc	Recuento (n)	519	262
		% de Experiencia	74,8%	85,3%
Cambiaría el tratamiento	Si	Recuento (n)	133*	30*
		% de Experiencia	19,2%	9,8%
	No	Recuento (n)	258	119
		% de Experiencia	37,2%	38,8%
	ns/nc	Recuento (n)	303	158
		% de Experiencia	43,7%	51,5%

\* Existen diferencias entre columnas a nivel de  $p < 0,01$

Los usuarios de la franja horaria de tarde consideran en mayor porcentaje que el tratamiento químico es la causa de sus problemas ( $p < 0,01$ ), seguidos por los usuarios que utilizan la instalación en ambas franjas horarias, con los que no hay diferencias. Los usuarios de mañana, consideran en menor porcentaje que los tratamientos químicos son los culpables de percibir problemas de salud, así como el cambio de tratamiento químico. No obstante, todos los grupos poseen porcentajes mayores a la hora de señalar otras causas para los problemas de salud percibidos, así como para dar una respuesta negativa a cambiar el tratamiento químico (Tabla 5.16).

Tabla 5.16. Diferencias entre proporciones de columna por franja horaria. Cambiaría tratamiento químico y causas de problemas de salud percibidos. Muestra Usuarios

			Horario		
			Mañana	tarde	Ambas
Causas Problemas de salud	Tratamiento Químico	Recuento (n)	36 <sup>a</sup>	156 <sup>b</sup>	28 <sup>b</sup>
		% de Horario	15,2%	24,8%	20,9%
	Otras, ns/nc	Recuento (n)	201 <sup>a</sup>	474 <sup>b</sup>	106 <sup>b</sup>
		% de Horario	84,8%	75,2%	79,1%
Cambiaría el tratamiento	Si	Recuento (n)	32 <sup>a</sup>	107 <sup>b</sup>	24 <sup>b</sup>
		% de Horario	13,5%	17,0%	17,9%
	No	Recuento (n)	106 <sup>a</sup>	213 <sup>b</sup>	58 <sup>a</sup>
		% de Horario	44,7%	33,8%	43,3%
	ns/nc	Recuento (n)	99 <sup>a</sup>	310 <sup>b</sup>	52 <sup>a</sup>
		% de Horario	41,8%	49,2%	38,8%

<sup>a,b,c</sup> Cada letra de subíndice indica un subconjunto de EDAD cuyas proporciones de columna no difieren significativamente entre sí en el nivel  $p < 0,05$

Dentro de los sujetos que padecen alguna patología previa, los sujetos con enfermedades en la piel (dermatitis principalmente) consideran en un mayor porcentaje que la causa de percibir problemas de salud es el tratamiento químico respecto a los usuarios sanos ( $p < 0,01$ ). Sin embargo, como ha sucedido en los casos anteriores, es

mayor el porcentaje de participantes sanos y con problemas dermatológicos que consideran que las causas de percibir problemas son otras o no contestan (Tabla 5.17).

Tabla 5.17 Diferencias entre proporciones de columna padece problemas dermatológicos. Causas de problemas de salud percibidos. Muestra usuarios

Causas Problemas de salud	Tratamiento	Recuento (n)	Problemas dermatológicos previos	
			SI	NO
	Químico	Recuento (n)	27*	193*
		% de Problemas dermatológicos	38,6%	20,7%
	Otras, ns/nc	Recuento (n)	43	738
		% de Problemas dermatológicos	61,4%	79,3%

\* Existen diferencias entre los porcentajes de columnas a nivel de  $p < 0,01$

Los nadadores federados consideran con un porcentaje mayor que la causa de los problemas percibidos es el tratamiento químico respecto a los usuarios de ocio o salud ( $p < 0,01$ ). Asimismo, cambiarían en un porcentaje significativamente mayor el tratamiento químico respecto al resto de usuarios ( $p < 0,01$ ). En las causas de problemas de salud son mayores los porcentajes de usuarios federados y de ocio que consideran que los problemas de salud se producen por otras causas que no tienen que ver con el tratamiento químico. Sin embargo, a la hora de cambiar el tratamiento encontramos por primera vez en el grupo de nadadores federados un porcentaje de usuarios que cambiarían el tratamiento superior a los que no (Tabla 5.18).

Tabla 5.18. Diferencias entre proporciones de columna nadador federado. Causas de problemas de salud percibidos y cambiaría tratamiento químico. Muestra usuarios

Causas Problemas de salud	Tratamiento	Recuento (n)	Natación Federada	
			SI	NO
	Químico	Recuento (n)	64*	156*
		% de Natación Federada	36,4%	18,9%
	Otras, ns/nc	Recuento (n)	112	669
		% de Natación Federada	63,6%	81,1%
Cambiaría Tratamiento Químico	Si	Recuento (n)	54*	109*
		% de Natación Federada	30,7%	13,2%
	No	Recuento (n)	49	328
		% de Natación Federada	27,8%	39,8%
ns/nc	Recuento (n)	73	388	
	% de Natación Federada	41,5%	47,0%	

\* Existen diferencias entre los porcentajes de columnas a nivel de  $p < 0,01$

En función del tratamiento químico utilizado en el agua, hay diferencias significativas entre las proporciones en las cuestiones planteadas. Los sujetos que asisten a una instalación cuyo tratamiento químico es cloro o bromo consideran con un mayor porcentaje que los problemas de salud son percibidos a causa del tratamiento químico ( $p < 0,05$ ). Sin embargo, es mayor el porcentaje de usuarios que no sabe las causas o piensa que son otras en todos los tratamientos. El porcentaje de sujetos de piscinas de

cloro que cambiarían el tratamiento es mayor al porcentaje en el resto de tratamientos ( $p < 0,05$ ), seguido por el bromo, el ozono, ultravioleta y en último lugar la electrólisis salina. En todos los tratamientos, excepto en cloro, es superior el número de usuarios que no cambiaría el tratamiento o que no sabe/no contesta (Tabla 5.19).

Tabla 5.19. Diferencias entre proporciones de columna nadador federado. Causas de problemas de salud percibidos y cambiaría tratamiento químico. Muestra usuarios

		Tratamiento químico					
		Cloro	Bromo	Electrólisis salina	Ozono	Ultravioleta	
Causas Problemas de salud	Recuento (n)	80 <sub>a</sub>	45 <sub>a</sub>	23 <sub>b</sub>	41 <sub>b</sub>	31 <sub>b</sub>	
	químico %	29,7%	29,0%	15,2%	16,1%	18,1%	
	Otras, ns/nc						
	Recuento (n)	189 <sub>a</sub>	110 <sub>a</sub>	128 <sub>b</sub>	214 <sub>b</sub>	140 <sub>b</sub>	
	%	70,3%	71,0%	84,8%	83,9%	81,9%	
Cambiaría Tratamiento Químico	Si	Recuento (n)	77 <sub>a</sub>	31 <sub>b</sub>	4 <sub>c</sub>	32 <sub>d</sub>	19 <sub>d</sub>
		%	28,6%	20,0%	2,6%	12,5%	11,1%
	No	Recuento (n)	66 <sub>a</sub>	41 <sub>a</sub>	88 <sub>b</sub>	134 <sub>b</sub>	48 <sub>a</sub>
		%	24,5%	26,5%	58,3%	52,5%	28,1%
	ns/nc	Recuento (n)	126 <sub>a, b</sub>	83 <sub>b, c</sub>	59 <sub>a, d</sub>	89 <sub>d</sub>	104 <sub>c</sub>
		%	46,8%	53,5%	39,1%	34,9%	60,8%

<sup>a,b,c</sup> Cada letra de subíndice indica un subconjunto de EDAD cuyas proporciones de columna no difieren significativamente entre sí en el nivel 0,05

### 5.7.1.3. Diferencias entre grupos categóricos en función de las variables numéricas

En este apartado se establecerán diferencias entre poblaciones pertenecientes a las variables categóricas establecidas en función de las puntuaciones obtenidas en las cuestiones valoradas con escala likert 1-7. Para hacer más sencilla su comprensión, clasificaremos su análisis en las tres dimensiones de variables establecidas en la metodología.

#### a) Dimensión Percepciones

En primer lugar, se realizó la prueba estadística K-S para comprobar si las variables tenían una distribución normal. Los resultados en la dimensión percepciones indicaron que la distribución de contraste no era normal por lo que se aplicaron para el análisis las pruebas no paramétricas U de Mann Withney para variables con dos categorías, y ANOVA con post hoc Games-Howell para variables con tres o más categorías (ANEXO V). A continuación mostramos la Tabla resumen de la comparación entre medias.

Tabla 5.20. Tabla resumen diferencias de medias entre variables categóricas. Dimensión Percepciones

		Percepción de olor químico en la instalación	Percepción de olor/sabor químico durante nado	Incomodidad respecto a estas sensaciones
		m (s)	m (s)	m (s)
Género	Hombre	2,81 (1,71)	2,54 (1,59)	3,16 (2,17)
	Mujer	2,94 (1,83)	2,54 (1,69)	2,96 (2,14)
Experiencia	>1 año	2,88 (1,76)	2,52 (1,63)	3,11 (2,16)
	<1 año	2,87 (1,82)	2,59 (1,69)	2,92 (2,16)
Tipo de usuario	Habitual	2,88 (1,78)	2,55 (1,67)	3,03 (2,15)
	Ocasional	2,84 (1,76)	2,48 (1,50)	3,16 (2,15)
Problemas Respiratorio	SI	3,31 (2,11)	2,65 (1,67)	3,47 (2,36)
	NO	2,84 (1,75)	2,53 (1,65)	3,02 (2,13)
Problemas dermatol.	SI	3,04 (1,54)	2,69 (1,66)	<b>3,56 (2,19)*</b>
	NO	2,86 (1,79)	2,53 (1,65)	<b>3,01 (2,15)*</b>
Alergia Sust. Químicas.	SI	3,06 (1,86)	3,06 (2,16)	3,39 (2,08)
	NO	2,87 (1,77)	2,52 (1,62)	3,04 (2,16)
Uso de tapones	SI	3,02 (1,84)	<b>2,88 (1,82)*</b>	<b>3,46 (2,24)*</b>
	NO	2,86 (1,77)	<b>2,49 (1,62)*</b>	<b>2,99 (2,13)*</b>
Nadador Competición	SI	<b>3,34* (1,86)</b>	<b>3,15 (1,77)*</b>	<b>4,06 (2,14)*</b>
	NO	<b>2,78* (1,74)</b>	<b>2,41 (1,59)*</b>	<b>2,84 (2,09)*</b>
Edad	16-24	<b>3,37 (1,84)<sub>a</sub></b>	<b>2,93 (1,71)<sub>a</sub></b>	<b>3,69 (2,15)<sub>a</sub></b>
	25-45	<b>2,92 (1,75)<sub>b</sub></b>	<b>2,67 (1,67)<sub>a</sub></b>	<b>3,12 (2,09)<sub>b</sub></b>
	Mayor 45	<b>2,39 (1,65)<sub>c</sub></b>	<b>2,01 (1,42)<sub>b</sub></b>	<b>2,41 (2,09)<sub>c</sub></b>
Franja horaria	Mañana	<b>2,38 (1,54)<sub>a</sub></b>	<b>2,14 (1,46)<sub>a</sub></b>	<b>2,69 (2,17)<sub>a</sub></b>
	Tarde	<b>3,12 (1,85)<sub>b</sub></b>	<b>2,73 (1,70)<sub>b</sub></b>	<b>3,22 (2,13)<sub>b</sub></b>
	Ambas	<b>2,61 (1,62)<sub>a</sub></b>	<b>2,33 (1,56)<sub>a</sub></b>	<b>2,90 (2,16)<sub>a,b</sub></b>
Tratamiento Químico	Cloro	<b>3,72 (1,78)<sub>a</sub></b>	<b>3,31 (1,76)<sub>a</sub></b>	<b>3,94 (2,09)<sub>a</sub></b>
	Bromo	<b>2,86 (1,59)<sub>b</sub></b>	<b>2,66 (1,58)<sub>b</sub></b>	<b>3,35 (2,07)<sub>b</sub></b>
	Electrólisis	<b>2,24 (1,53)<sub>c</sub></b>	<b>2,17 (1,50)<sub>c</sub></b>	<b>2,41 (1,95)<sub>c</sub></b>
	Ozono	<b>2,63 (1,80)<sub>b,c</sub></b>	<b>2,15 (1,50)<sub>c</sub></b>	<b>2,61 (1,08)<sub>c</sub></b>
	Ultravioleta	<b>2,54 (1,64)<sub>b,c</sub></b>	<b>2,13 (1,43)<sub>c</sub></b>	<b>2,61 (2,13)<sub>c</sub></b>

\* La diferencia de medias es significativa al nivel 0,05

\*\* La diferencia de medias es significativa al nivel 0,01;

<sup>a,b,c</sup> Cada letra de subíndice indica un subconjunto de categorías cuyas proporciones de columna no difieren significativamente entre sí en el nivel 0,05

En las variables con dos poblaciones o grupos, podemos observar que no existen diferencias significativas en género, experiencia, tipo de usuario, problemas respiratorios previos y alergia a sustancias químicas. Por otra parte, en la variable problemas dermatológicos previos los participantes que padecen estos problemas de salud perciben con mayor frecuencia la incomodidad respecto a olor y sabor químico en comparación con los sujetos que no padecen estos problemas ( $p < 0,05$ ). Los participantes que utilizan tapones para los oídos, perciben con mayor frecuencia el sabor/olor químico durante nado ( $p < 0,05$ ), y también les incomodan más estas sensaciones respecto a los participantes que no los usan ( $p < 0,05$ ). Por último, los nadadores federados perciben significativamente más a menudo los olores en la instalación, así como el sabor/olor químico durante el nado, y sienten una mayor incomodidad acerca de estas sensaciones respecto a los usuarios de ocio/salud ( $p < 0,01$ ) (Figura 5.8).

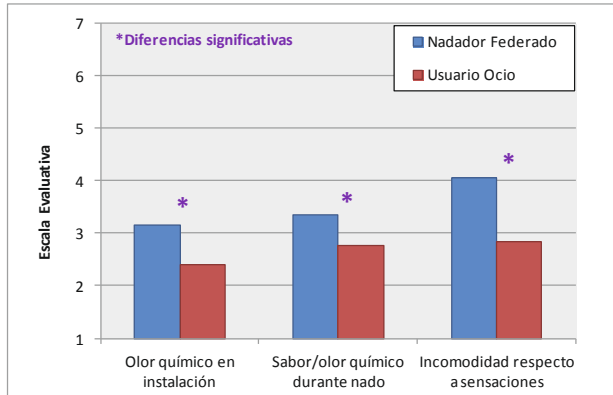


Figura 5.8. Evaluación sobre Dimensión Percepciones según Natación Federada/ocio

Por otra parte, en función de la edad, los usuarios más jóvenes (16-24 años) perciben más a menudo el olor químico y les incomoda más las sustancia química respecto a los otros dos grupos de edad ( $p < 0,01$ ). Sin embargo, no hay diferencias con el grupo de edad de 25-45 en la percepción de olor/sabor químico durante nado, pero sí con los mayores de 45 ( $p < 0,01$ ). Asimismo, en el grupo de edad 25-45 se obtienen puntuaciones mayores en las tres variables de esta dimensión respecto al grupo de mayores de 45 años ( $p < 0,01$ ) (Figura 5.9).

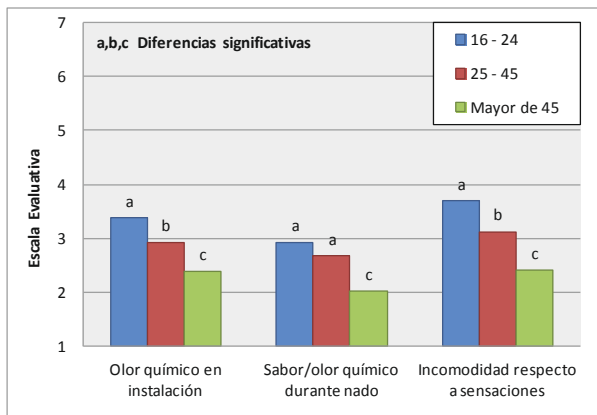


Figura 5.9. Evaluación sobre Dimensión Percepciones según edad. Muestra usuarios

Tomando como referencia la franja horaria, los usuarios que asisten a la piscina en horario de tarde perciben más regularmente el olor químico que los usuarios de mañana o de ambas franjas horarias ( $p < 0,01$ ), sin existir diferencias entre los usuarios de mañana y ambas franjas horarias. Sucede lo mismo en la variable percepción de sabor/olor químico durante el nado, donde los usuarios de tarde tienen una percepción mayor que los usuarios de mañana y ambas franjas horarias ( $p < 0,01$ ). Por último, en cuanto a la



incomodidad respecto al olor/sabor químico sólo existen diferencias entre usuarios de mañana y tarde, siendo mayor la percepción en los segundos ( $p < 0,01$ ) (Figura 5.10).

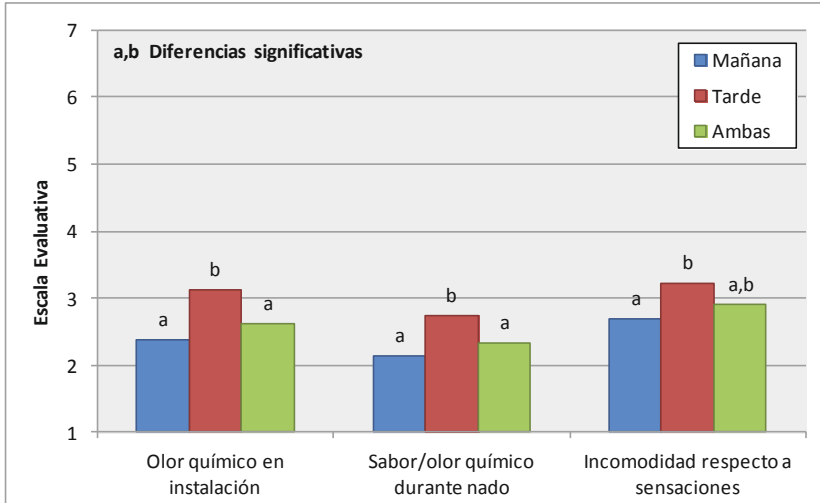


Figura 5.10. Evaluación sobre Dimensión Percepciones según franja horaria. Muestra usuarios

Según el tratamiento químico empleado en la instalación, existen diferencias en la percepción de olor químico, siendo en las instalaciones de cloro donde se percibe con mayor frecuencia respecto al resto de tratamientos ( $p < 0,01$ ). En las piscinas de bromo, se percibe el olor químico con mayor frecuencia únicamente respecto a las piscinas de electrólisis salina ( $p < 0,01$ ). Entre los tratamientos restantes (ozono y ultravioleta) no existen diferencias. En función de la percepción de olor/sabor químico durante nado, existen diferencias entre el cloro y todos los tratamientos siendo esta la percepción mayor ( $p < 0,01$ ). Sucede lo mismo con el bromo, que tiene también diferencias con la electrólisis salina, ozono y ultravioleta ( $p < 0,05$ ). No existen diferencias entre los tres tratamientos restantes. Respecto a la incomodidad que generan estas sensaciones, el cloro genera una mayor incomodidad respecto al bromo ( $p < 0,05$ ) y al resto de tratamientos ( $p < 0,01$ ). El bromo a su vez tiene diferencias con la electrólisis salina ( $p < 0,01$ ), ozono ( $p < 0,01$ ) y ultravioleta ( $p < 0,05$ ). De nuevo, no existen diferencias entre ozono, ultravioleta y electrólisis salina (Figura 5.11) (página siguiente).

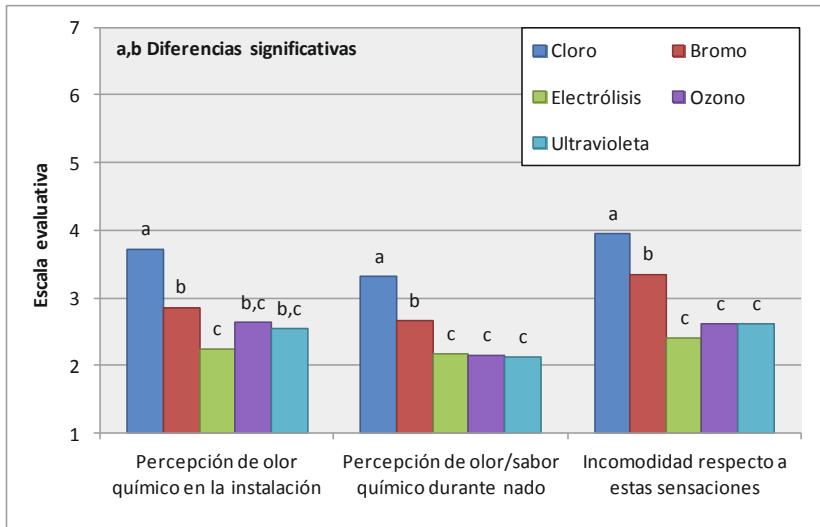


Figura 5.11. Evaluación sobre Dimensión Percepciones según tratamiento químico. Muestra usuarios

#### b) Dimensión Problemas de salud

Al igual que en la anterior dimensión, en primer lugar se realizó la prueba estadística K-S para la distribución de las variables. Los resultados indicaron que la distribución de contraste no era normal, por lo que se aplicaron para el análisis las pruebas no paramétricas U de Mann Withney para variables con dos categorías, y ANOVA con post hoc Games-Howell para variables con tres o más categorías (ANEXO V). En la siguiente página puede observarse el cuadro de los resultados obtenidos con las diferencias significativas entre grupos (Tabla 5.21) (página siguiente).

En las variables con dos poblaciones o grupos, podemos observar que en función del género, los hombres perciben con mayor frecuencia los problemas respiratorios y los problemas auditivos respecto a las mujeres ( $p < 0,05$ ), mientras que éstas perciben más a menudo la sequedad de piel ( $p < 0,05$ ). En función de la experiencia, los sujetos con más de un año de experiencia en la instalación perciben con mayor frecuencia la irritación de ojos, problemas respiratorios, irritación y sequedad de piel, así como problemas auditivos respecto a los usuarios que llevan menos de un año en la instalación ( $p < 0,05$ ) (Figura 5.12). Entre usuarios habituales o abonados y ocasionales, encontramos únicamente diferencias en el daño auditivo, siendo los usuarios habituales quienes lo perciben más a menudo ( $p < 0,05$ ).

Tabla 5.21. Tabla resumen diferencias de medias entre variables categóricas. Dimensión Problemas de salud. Muestra Usuarios

	Irritación Rojos		Problemas Respiratorios		Irritación de piel		Sequedad de Piel		Problemas Auditivos	
	m (s)	m (s)	m (s)	m (s)	m (s)	m (s)	m (s)	m (s)	m (s)	m (s)
Género	Hombre	2,98 (2,08)	<b>1,65 (1,30)*</b>	1,61 (1,26)	<b>2,83 (1,90)*</b>	1,72 (1,31)*	<b>1,72 (1,31)*</b>	1,66 (1,35)*	<b>1,78 (1,42)*</b>	1,49 (1,08)*
	Mujer	3,23 (2,21)	<b>1,49 (1,11)*</b>	1,62 (1,33)	<b>3,27 (2,13)*</b>	1,78 (1,42)*	<b>1,78 (1,42)*</b>	1,66 (1,35)*	<b>1,78 (1,42)*</b>	1,49 (1,08)*
Experiencia	>1 año	<b>3,24 (2,17)*</b>	<b>1,65 (1,28)*</b>	<b>1,70 (1,36)*</b>	<b>3,28 (2,06)*</b>	<b>1,78 (1,42)*</b>	<b>1,78 (1,42)*</b>	<b>1,78 (1,42)*</b>	<b>1,78 (1,42)*</b>	<b>1,78 (1,42)*</b>
	<1 año	<b>2,82 (2,09)*</b>	<b>1,39 (0,98)*</b>	<b>1,43 (1,13)*</b>	<b>2,60 (1,90)*</b>	<b>1,49 (1,08)*</b>	<b>1,49 (1,08)*</b>	<b>1,49 (1,08)*</b>	<b>1,49 (1,08)*</b>	<b>1,49 (1,08)*</b>
Tipo de usuario	Habitual	3,10 (2,16)	1,58 (1,23)	1,62 (1,30)	3,10 (1,89)	<b>1,72 (1,36)*</b>	<b>1,72 (1,36)*</b>	1,78 (1,49)	<b>1,72 (1,36)*</b>	1,78 (1,49)
	Ocasional	3,15 (2,11)	1,46 (0,99)	1,60 (1,28)	2,87 (2,06)	<b>1,47 (1,07)*</b>	<b>1,47 (1,07)*</b>	1,68 (1,32)	<b>1,47 (1,07)*</b>	1,68 (1,32)
Problemas Respiratorio	SI	3,46 (2,28)	<b>2,72 (1,96)*</b>	1,97 (1,76)	3,68 (2,18)	1,78 (1,49)	1,68 (1,32)	1,78 (1,49)	1,68 (1,32)	1,78 (1,49)
	NO	3,08 (2,14)	<b>1,48 (1,08)*</b>	1,59 (1,25)	3,02 (2,02)	1,68 (1,32)	1,68 (1,32)	1,68 (1,32)	1,68 (1,32)	1,68 (1,32)
Problemas dermatol.	SI	3,29 (2,16)	1,76 (1,43)	<b>3,20 (2,20)*</b>	<b>4,53 (2,05)*</b>	1,69 (1,29)	1,69 (1,29)	1,69 (1,29)	1,69 (1,29)	1,69 (1,29)
	NO	3,10 (2,15)	1,55 (1,18)	<b>1,50 (1,12)*</b>	<b>2,96 (1,99)*</b>	1,69 (1,29)	1,69 (1,29)	1,69 (1,29)	1,69 (1,29)	1,69 (1,29)
Alergia Sust. Químicas.	SI	3,31 (2,17)	<b>2,61 (1,25)*</b>	<b>2,64 (2,08)*</b>	3,47 (2,23)	1,78 (1,32)	1,78 (1,32)	1,78 (1,32)	1,78 (1,32)	1,78 (1,32)
	NO	3,10 (2,15)	<b>1,58 (2,04)*</b>	<b>1,53 (1,14)*</b>	3,05 (2,03)	1,68 (1,32)	1,68 (1,32)	1,68 (1,32)	1,68 (1,32)	1,68 (1,32)
Uso de tapones	SI	3,48 (2,23)	1,72 (1,18)	1,70 (1,37)	3,48 (2,21)	2,52 (1,84)*	2,52 (1,84)*	2,52 (1,84)*	2,52 (1,84)*	2,52 (1,84)*
	NO	3,06 (2,14)	1,54 (1,31)	1,60 (1,29)	3,01 (2,01)	1,57 (1,00)*	1,57 (1,00)*	1,57 (1,00)*	1,57 (1,00)*	1,57 (1,00)*
Nadador Competición	SI	<b>3,86 (2,13)*</b>	<b>2,37 (1,68)*</b>	<b>2,15 (1,60)*</b>	<b>2,89 (2,09)*</b>	<b>2,27 (1,71)*</b>	<b>2,27 (1,71)*</b>	<b>2,27 (1,71)*</b>	<b>2,27 (1,71)*</b>	<b>2,27 (1,71)*</b>
	NO	<b>2,95 (2,12)*</b>	<b>1,40 (0,99)*</b>	<b>1,50 (1,19)*</b>	<b>3,88 (1,98)*</b>	<b>1,56 (1,20)*</b>	<b>1,56 (1,20)*</b>	<b>1,56 (1,20)*</b>	<b>1,56 (1,20)*</b>	<b>1,56 (1,20)*</b>
Edad	16-25	<b>3,79 (2,08)<sup>a</sup></b>	<b>2,12 (1,30)<sup>a</sup></b>	<b>1,84 (1,26)<sup>a</sup></b>	<b>3,44 (1,90)<sup>a</sup></b>	<b>2,09 (1,31)<sup>a</sup></b>	<b>2,09 (1,31)<sup>a</sup></b>	<b>2,09 (1,31)<sup>a</sup></b>	<b>2,09 (1,31)<sup>a</sup></b>	<b>2,09 (1,31)<sup>a</sup></b>
	25-45	<b>3,07 (2,21)<sup>b</sup></b>	<b>1,48 (1,11)<sup>b</sup></b>	<b>1,66 (1,33)<sup>a</sup></b>	<b>3,13 (2,13)<sup>a</sup></b>	<b>1,66 (1,35)<sup>b</sup></b>	<b>1,66 (1,35)<sup>b</sup></b>	<b>1,66 (1,35)<sup>b</sup></b>	<b>1,66 (1,35)<sup>b</sup></b>	<b>1,66 (1,35)<sup>b</sup></b>
	Mayor 45	<b>2,61 (2,17)<sup>b</sup></b>	<b>1,25 (1,28)<sup>b</sup></b>	<b>1,35 (1,36)<sup>b</sup></b>	<b>2,65 (2,06)<sup>b</sup></b>	<b>1,39 (1,42)<sup>b</sup></b>	<b>1,39 (1,42)<sup>b</sup></b>	<b>1,39 (1,42)<sup>b</sup></b>	<b>1,39 (1,42)<sup>b</sup></b>	<b>1,39 (1,42)<sup>b</sup></b>
Franja horaria	Mañana	<b>2,67 (2,09)<sup>a</sup></b>	<b>1,28 (0,98)<sup>a</sup></b>	<b>1,43 (1,13)<sup>a</sup></b>	<b>2,60 (1,90)<sup>a</sup></b>	<b>1,38 (1,08)<sup>a</sup></b>	<b>1,38 (1,08)<sup>a</sup></b>	<b>1,38 (1,08)<sup>a</sup></b>	<b>1,38 (1,08)<sup>a</sup></b>	<b>1,38 (1,08)<sup>a</sup></b>
	Tarde	<b>3,16 (2,16)<sup>a,b</sup></b>	<b>1,61 (1,23)<sup>b</sup></b>	<b>1,66 (1,30)<sup>a</sup></b>	<b>3,17 (1,89)<sup>b</sup></b>	<b>1,75 (1,36)<sup>b</sup></b>	<b>1,75 (1,36)<sup>b</sup></b>	<b>1,75 (1,36)<sup>b</sup></b>	<b>1,75 (1,36)<sup>b</sup></b>	<b>1,75 (1,36)<sup>b</sup></b>
	Ambas	<b>3,27 (2,11)<sup>b</sup></b>	<b>1,67 (0,99)<sup>b</sup></b>	<b>1,73 (1,28)<sup>a</sup></b>	<b>3,40 (2,06)<sup>b</sup></b>	<b>1,95 (1,07)<sup>b</sup></b>	<b>1,95 (1,07)<sup>b</sup></b>	<b>1,95 (1,07)<sup>b</sup></b>	<b>1,95 (1,07)<sup>b</sup></b>	<b>1,95 (1,07)<sup>b</sup></b>
Tratamiento químico	Cloro	<b>3,89 (2,21)<sup>a</sup></b>	<b>2,03 (1,53)<sup>a</sup></b>	<b>2,05 (1,58)<sup>a</sup></b>	<b>3,74 (2,04)<sup>a</sup></b>	<b>2,10 (1,57)<sup>a</sup></b>	<b>2,10 (1,57)<sup>a</sup></b>	<b>2,10 (1,57)<sup>a</sup></b>	<b>2,10 (1,57)<sup>a</sup></b>	<b>2,10 (1,57)<sup>a</sup></b>
	Bromo	<b>3,47 (2,20)<sup>a</sup></b>	<b>1,50 (1,09)<sup>b</sup></b>	<b>1,79 (1,50)<sup>a</sup></b>	<b>3,35 (1,95)<sup>a</sup></b>	<b>1,81 (1,44)<sup>a,b</sup></b>	<b>1,81 (1,44)<sup>a,b</sup></b>	<b>1,81 (1,44)<sup>a,b</sup></b>	<b>1,81 (1,44)<sup>a,b</sup></b>	<b>1,81 (1,44)<sup>a,b</sup></b>
	Electrólisis S.	<b>2,01 (1,55)<sup>b</sup></b>	<b>1,30 (0,90)<sup>b</sup></b>	<b>1,34 (1,00)<sup>b</sup></b>	<b>2,54 (1,97)<sup>b</sup></b>	<b>1,38 (1,01)<sup>b,c</sup></b>	<b>1,38 (1,01)<sup>b,c</sup></b>	<b>1,38 (1,01)<sup>b,c</sup></b>	<b>1,38 (1,01)<sup>b,c</sup></b>	<b>1,38 (1,01)<sup>b,c</sup></b>
Ozono	Ozono	<b>2,88 (2,10)<sup>c</sup></b>	<b>1,38 (1,00)<sup>b</sup></b>	<b>1,34 (1,00)<sup>b</sup></b>	<b>2,71 (1,96)<sup>b</sup></b>	<b>1,48 (1,12)<sup>b,c</sup></b>	<b>1,48 (1,12)<sup>b,c</sup></b>	<b>1,48 (1,12)<sup>b,c</sup></b>	<b>1,48 (1,12)<sup>b,c</sup></b>	<b>1,48 (1,12)<sup>b,c</sup></b>
	Ultravioleta	<b>2,86 (2,02)<sup>c</sup></b>	<b>1,42 (1,02)<sup>b</sup></b>	<b>1,41 (0,94)<sup>b</sup></b>	<b>2,75 (1,99)<sup>b</sup></b>	<b>1,51 (1,19)<sup>c</sup></b>	<b>1,51 (1,19)<sup>c</sup></b>	<b>1,51 (1,19)<sup>c</sup></b>	<b>1,51 (1,19)<sup>c</sup></b>	<b>1,51 (1,19)<sup>c</sup></b>

\* La diferencia de medias es significativa al nivel 0,05; \*\* La diferencia de medias es significativa al nivel 0,01

<sup>a,b,c</sup> Cada letra de subíndice indica un subconjunto de categorías cuyas proporciones de columna no difieren significativamente entre sí en el nivel 0,05

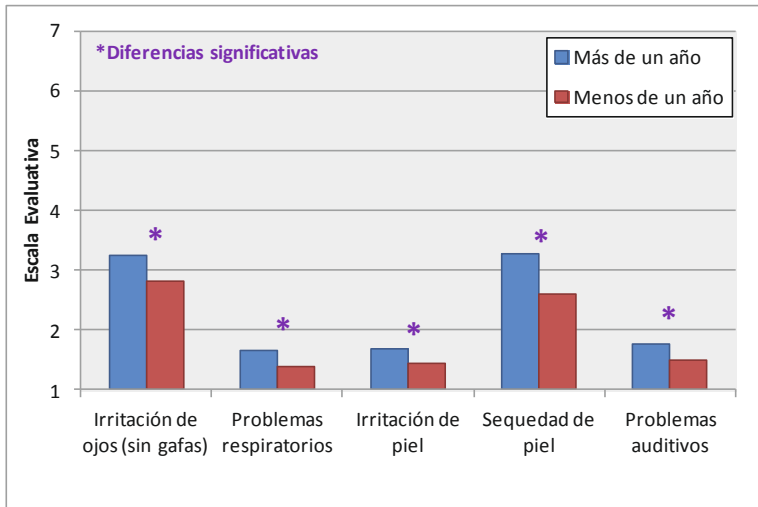


Figura 5.12 Evaluación sobre Dimensión Problemas de salud según experiencia. Muestra usuarios

Los sujetos con problemas respiratorios previos (asma), perciben más a menudo los problemas respiratorios identificados que los sujetos sanos ( $p < 0,05$ ). Los sujetos con problemas dermatológicos previos (dermatitis), perciben significativamente con mayor frecuencia la sequedad de piel y la irritación de piel respecto a los sujetos sanos ( $p < 0,05$ ). Los sujetos con alergia previa a sustancias químicas, perciben más a menudo los problemas respiratorios y la irritación de piel respecto a los sujetos sanos ( $p < 0,05$ ). Además, los sujetos que usan tapones auditivos son los que perciben de forma más regular problemas auditivos respecto a los que no los usan ( $p < 0,05$ ). Estableciendo diferencias entre los nadadores federados y los usuarios de ocio/salud, los primeros perciben todos los problemas de salud descritos con mayor frecuencia ( $p < 0,05$ ).

En función de la edad de la muestra, los sujetos más jóvenes (16-24 años) son los que perciben con mayor frecuencia los problemas de salud irritación de ojos sin gafas, problemas respiratorios y problemas auditivos, respecto a los otros dos grupos de edad ( $p < 0,05$ ). Por otra parte, los sujetos con edades comprendidas entre los 25-45 años no tienen diferencias con los sujetos de 16-24 en la irritación de piel y la sequedad de piel, ni tampoco tienen diferencias con los mayores de 45 en irritación de ojos, problemas respiratorios y problemas auditivos. Sin embargo los sujetos entre 25-45 años, sí que perciben la irritación de piel y sequedad de piel respecto a los mayores de 45 ( $p < 0,05$ ) (Figura 5.13) (página siguiente).

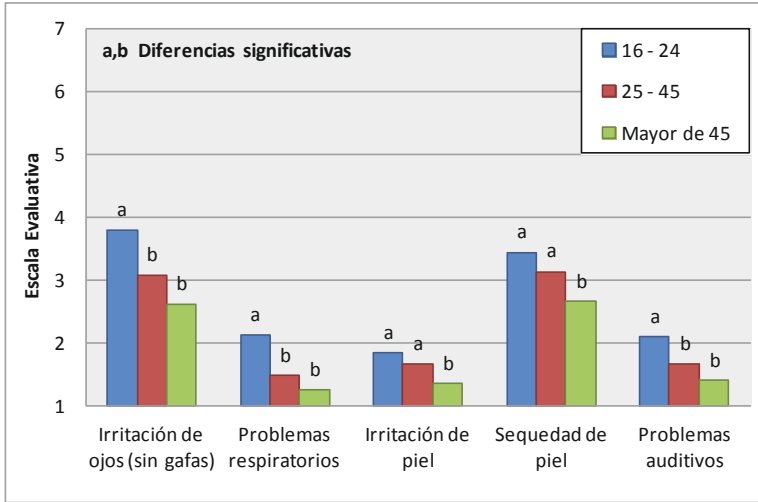


Figura 5.13. Evaluación sobre Dimensión Problemas de salud según edad. Muestra usuarios

Dependiendo de la franja horaria de asistencia, los usuarios que visitan la instalación en horario de mañana son los que perciben con menor frecuencia los problemas respiratorios, la sequedad de piel y los problemas auditivos respecto a los usuarios de tarde y los que asisten en ambas franjas horarias ( $p < 0,05$ ). Los usuarios de mañana no presentan diferencias con los usuarios de tarde en la percepción de irritación de ojos, percibiéndola a su vez los usuarios de tarde en menos ocasiones que los usuarios de ambas franjas horarias ( $p < 0,05$ ). No se han observado diferencias entre la franja horaria de tarde y ambas franjas horarias en todos los problemas de salud de esta dimensión (Figura 5.14).

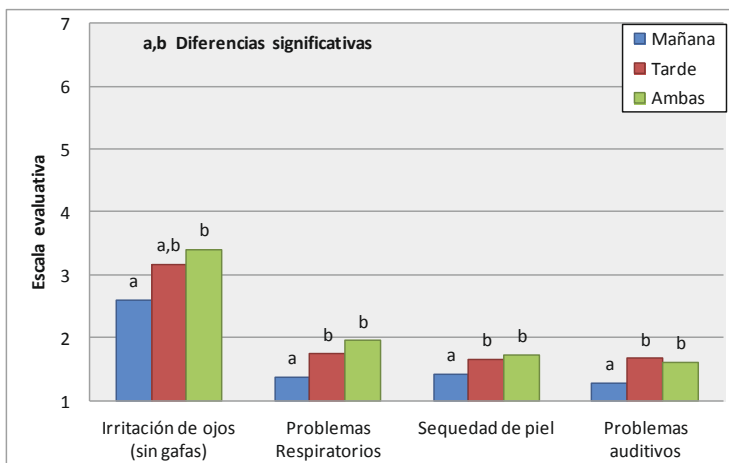


Figura 5.14. Evaluación sobre Dimensión Problemas de salud según franja horaria. Muestra usuarios

En función del tratamiento químico, la irritación de ojos es percibida con más frecuencia en las piscinas de cloro y bromo respecto a los otros tratamientos ( $p < 0,05$ ). Por otra parte, las piscinas de ultravioleta y ozono no tienen diferencias entre sí, pero en ellas también se percibe más a menudo la irritación de ojos respecto a la electrólisis salina ( $p < 0,05$ ). Los problemas respiratorios son percibidos con mayor frecuencia en las piscinas de cloro respecto al resto de tratamientos ( $p < 0,05$ ), entre los que no hay diferencias. La irritación de piel es percibida más a menudo en las piscinas de cloro y bromo respecto al resto de tratamientos, entre los que no hay diferencias ( $p < 0,05$ ), sucediendo lo mismo en la sequedad de piel ( $p < 0,05$ ). Por último, los problemas auditivos son percibidos significativamente con mayor frecuencia en las piscinas de cloro respecto al resto de tratamientos ( $p < 0,05$ ), excepto el bromo con el que no hay diferencias. Los usuarios de las piscinas de bromo por su parte, no presentan diferencias con los de ozono y ultravioleta, pero sí que tienen una frecuencia de percepción de problemas auditivos mayor que los de electrólisis salina ( $p < 0,05$ ). Para finalizar este bloque, no existen diferencias entre los usuarios de piscinas de ozono, ultravioleta y electrólisis salina en la percepción de problemas auditivos (Figura 5.15).

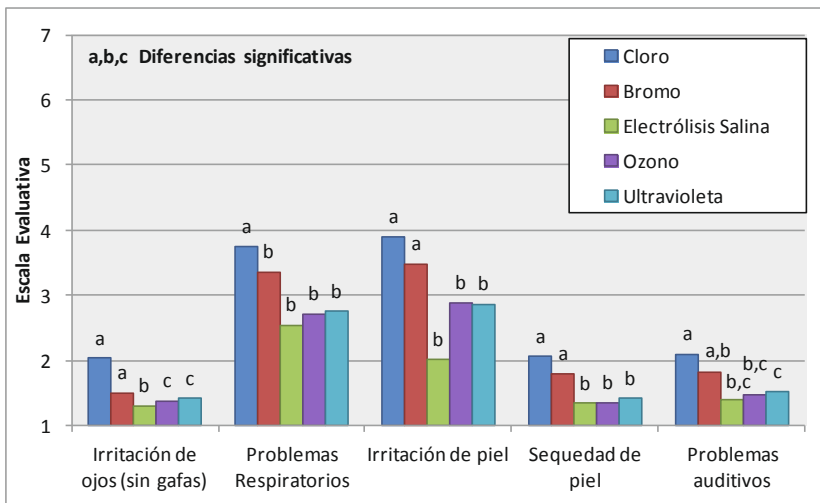


Figura 5.15. Evaluación sobre Dimensión Problemas de salud según tratamiento químico. Muestra usuarios

### c) Dimensión Satisfacción

En primer lugar, se realizó la prueba estadística K-S para la distribución de las variables. Los resultados indicaron que la distribución de contraste no era normal, por lo que se aplicaron para el análisis las pruebas no paramétricas U de Mann Withney para variables con dos categorías, y ANOVA con post hoc Games-Howell para variables con tres o más categorías (ANEXO V). A continuación puede observarse la Tabla de los resultados obtenidos con las diferencias significativas entre grupos.

Tabla 5.22. Tabla resumen diferencias de medias. Dimensión Satisfacción. Muestra usuarios

		Daño en el bañador	Considera tratamiento peligroso para la salud	Satisfacción con el agua de la piscina
		m (s)	m (s)	m (s)
Género	Hombre	<b>3,88 (2,17)*</b>	3,08 (1,97)	5,34 (1,41)
	Mujer	<b>4,28 (2,17)*</b>	2,97 (1,95)	5,40 (1,38)
Experiencia	>1 año	<b>4,35 (2,17)*</b>	<b>3,20 (2,03)*</b>	5,32 (1,40)
	<1 año	<b>3,53 (2,74)*</b>	<b>2,63 (1,74)*</b>	5,48 (1,38)
Tipo de usuario	Habitual	4,13 (2,20)	3,01 (1,97)	5,37 (1,40)
	Ocasional	3,88 (2,04)	3,10 (1,91)	5,35 (1,36)
Problemas Respiratorios	SI	<b>4,72 (2,16)*</b>	<b>3,69 (3,69)*</b>	5,15 (1,61)
	NO	<b>4,05 (2,17)*</b>	<b>2,98 (1,94)*</b>	5,39 (1,37)
Problemas dermatol.	SI	4,31 (2,30)	<b>3,49 (2,01)*</b>	4,79 (1,55)
	NO	4,08 (2,17)	<b>2,99 (1,96)*</b>	5,41 (1,37)
Alergia Sust. Químicas.	SI	4,42 (2,03)	3,72 (2,28)	5,25 (1,51)
	NO	4,08 (2,18)	3,00 (1,95)	5,37 (1,39)
Uso de tapones	SI	4,18 (2,15)	3,29 (2,03)	5,20 (1,38)
	NO	4,08 (2,18)	2,99 (1,95)	5,39 (1,39)
Nadador Competición	SI	<b>4,85 (2,09)*</b>	<b>3,99 (2,13)*</b>	<b>4,77 (1,51)*</b>
	NO	<b>3,94 (2,16)*</b>	<b>2,82 (1,86)*</b>	<b>5,50 (1,33)*</b>
Edad	16-24	4,30 (2,23) <sub>a</sub>	<b>3,41 (2,07)<sub>a</sub></b>	<b>5,00 (1,51)<sub>a</sub></b>
	25-45	4,14 (2,21) <sub>a</sub>	<b>3,24 (2,07)<sub>a</sub></b>	<b>5,31 (1,35)<sub>b</sub></b>
	Mayor 45	3,85 (2,23) <sub>a</sub>	<b>2,36 (1,71)<sub>b</sub></b>	<b>5,78 (1,25)<sub>c</sub></b>
Franja horaria	Mañana	4,04 (2,17) <sub>a</sub>	<b>2,63 (1,80)<sub>a</sub></b>	<b>5,65 (1,36)<sub>a</sub></b>
	Tarde	4,09 (2,18) <sub>a</sub>	<b>3,10 (1,94)<sub>b</sub></b>	<b>5,25 (1,37)<sub>b</sub></b>
	Ambas	4,22 (2,18) <sub>a</sub>	<b>3,35 (2,22)<sub>b</sub></b>	<b>5,46 (1,46)<sub>a,b</sub></b>
Tratamiento Químico	Cloro	<b>5,12 (1,95)<sub>a</sub></b>	<b>3,73 (3,73)<sub>a</sub></b>	<b>4,83 (1,46)<sub>a</sub></b>
	Bromo	<b>3,95 (2,03)<sub>b</sub></b>	<b>3,20 (1,78)<sub>b</sub></b>	<b>5,26 (1,27)<sub>b</sub></b>
	Electrólisis	<b>3,55 (2,16)<sub>b</sub></b>	<b>2,40 (1,87)<sub>c</sub></b>	<b>5,89 (1,28)<sub>c</sub></b>
	Ozono	<b>3,53 (2,13)<sub>b</sub></b>	<b>2,56 (1,84)<sub>c</sub></b>	<b>5,71 (1,31)<sub>c,d</sub></b>
	Ultravioleta	<b>3,94 (2,19)<sub>b</sub></b>	<b>2,99 (2,02)<sub>c,b</sub></b>	<b>5,36 (1,30)<sub>d,b</sub></b>

\* La diferencia de medias es significativa al nivel 0,05

\*\* La diferencia de medias es significativa al nivel 0,01

<sup>a,b,c</sup> Cada letra de subíndice indica un subconjunto de categorías cuyas proporciones de columna no difieren significativamente entre sí en el nivel 0,05

Siguiendo la Tabla 5.22, encontramos en primer lugar que las mujeres perciben en mayor grado el daño al bañador respecto a los hombres ( $p < 0,01$ ). En función de la experiencia, los sujetos con más de un año de experiencia perciben más a menudo el daño al bañador ( $p < 0,01$ ), y consideran que el tratamiento químico es peligroso en mayor grado respecto a los sujetos que han asistido menos de un año a la instalación ( $p < 0,01$ ). Los sujetos con problemas respiratorios previos perciben con mayor frecuencia el daño al bañador ( $p < 0,05$ ), y consideran en mayor grado que el tratamiento es peligroso para la salud respecto a los sujetos sanos ( $p < 0,01$ ). Por otra parte, los sujetos con problemas dermatológicos previos también consideran en mayor grado que el tratamiento es peligroso respecto a los sujetos sanos ( $p < 0,05$ ), y su satisfacción es significativamente menor ( $p < 0,01$ ). Los nadadores federados perciben más a menudo el daño al bañador, consideran en mayor grado que el tratamiento químico peligroso para

la salud en mayor grado y su satisfacción con el agua de la piscina es más baja respecto a los usuarios de ocio/salud ( $p < 0,01$ ) (Figura 5.16).

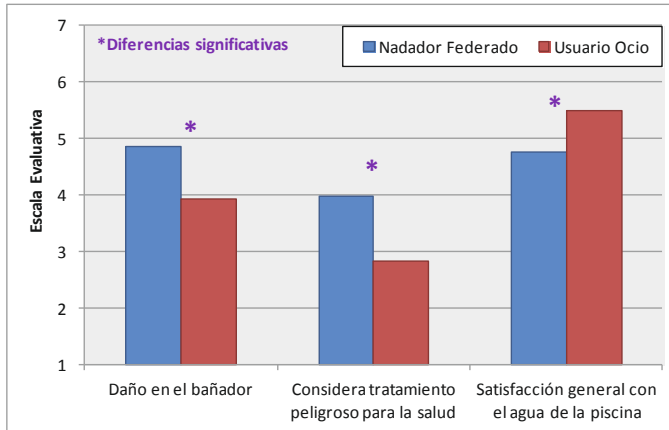


Figura 5.16. Evaluación sobre Dimensión Satisfacción según nadador federado/ocio

En función de la edad, los usuarios más jóvenes (16-24), consideran el tratamiento peligroso en mayor grado que los sujetos mayores de 45 ( $p < 0,01$ ), así como no presentan diferencias con los sujetos de 25-45. Asimismo, los sujetos entre 25 y 45 años consideran en mayor grado que el tratamiento químico puede ser perjudicial para su salud ( $p < 0,01$ ). En la satisfacción general con el agua de la piscina, hay diferencias entre los tres grupos, siendo los mayores de 45 los que están más satisfechos respecto a los dos grupos más jóvenes ( $p < 0,01$ ), seguidos por los de mediana edad (25-45), que a su vez se encuentran más satisfechos que los jóvenes de 16-24 ( $p < 0,01$ ) (Figura 5.17).

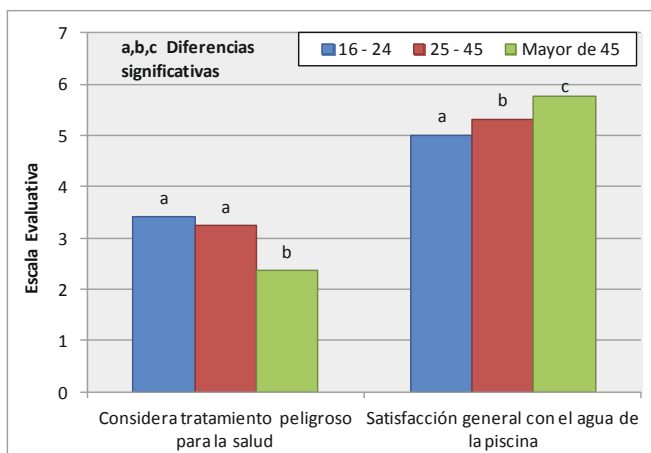


Figura 5.17. Evaluación sobre Dimensión Satisfacción según edad. Muestra usuarios



Dependiendo de la franja horaria, los usuarios que asisten en la franja de mañana consideran en menor medida que el tratamiento químico es peligroso para la salud respecto a los usuarios de tarde y los que asisten en ambas franjas horarias ( $p<0,01$ ), entre los que no hay diferencias. La satisfacción general con el agua de la piscina es mayor en los usuarios de mañana respecto a los de tarde, y por otra parte no hay diferencias de satisfacción entre los usuarios que utilizan ambas franjas horarias con los que sólo utilizan una de ellas ( $p<0,01$ ) (Figura 5.18).

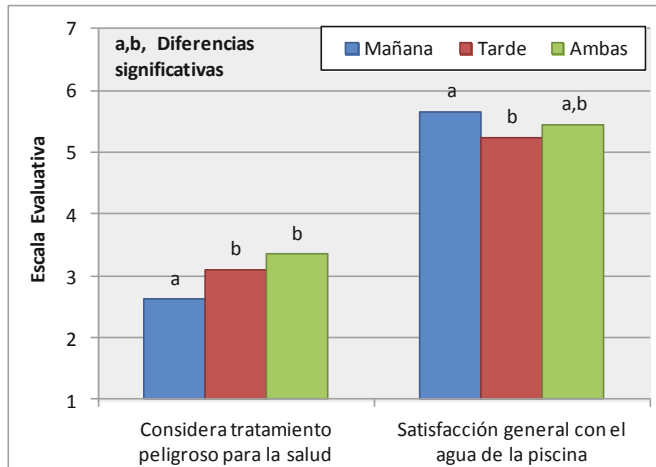


Figura 5.18. Evaluación sobre Dimensión Satisfacción según horario. Muestra usuarios

Como último aspecto a tratar, en función del tratamiento químico, los usuarios de cloro perciben un mayor daño al bañador respecto los usuarios del resto de tratamientos ( $p<0,01$ ), sin existir diferencias entre éstos. Asimismo, los usuarios de piscinas de cloro consideran en mayor grado la peligrosidad del tratamiento químico respecto a los usuarios de bromo ( $p<0,05$ ), electrólisis salina, ozono y ultravioleta ( $p<0,01$ ). Los usuarios de bromo por su parte consideran que el tratamiento es peligroso en mayor grado que los usuarios de ozono y electrólisis salina ( $p<0,05$ ), sin existir diferencias con los usuarios de ultravioleta. Los usuarios de ultravioleta consideran que el tratamiento es peligroso en mayor grado respecto a los usuarios de electrólisis salina ( $p<0,05$ ), pero no presentan diferencias respecto a los usuarios de ozono. Por último, en la satisfacción general con el agua de la piscina se da el mismo caso, los usuarios de cloro se encuentran menos satisfechos con la calidad del agua que los de bromo ( $p<0,05$ ) y el resto de tratamientos ( $p<0,01$ ). Los usuarios de bromo están significativamente menos satisfechos que los usuarios de ozono y electrólisis salina ( $p<0,01$ ), pero no tienen diferencias con los usuarios de ultravioleta. Los usuarios de electrólisis salina están más satisfechos que respecto al resto de tratamientos ( $p<0,01$ ), excepto con los usuarios de ozono con los que no hay diferencias. En última instancia los usuarios de bromo y ultravioleta no tienen diferencias entre sí (Figura 5.19, página siguiente).

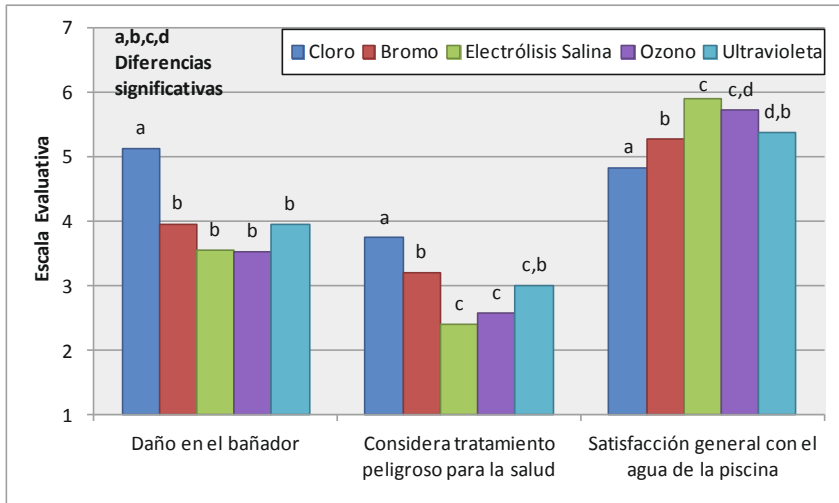


Figura 5.19. Evaluación sobre Dimensión Satisfacción según tratamiento químico. Muestra usuarios

5.7.1.4. Relaciones entre variables y modelo de regresión

Para obtener la relación entre algunas de las variables estudiadas se aplicó la prueba estadística del coeficiente Rho de Spearman. Las variables sometidas fueron todas las variables sobre problemas de salud y la variable satisfacción general con el agua de la piscina. Siguiendo la Tabla 5.23, podemos observar cómo todas las variables muestran una correlación significativa entre sí ( $p < 0,01$ ), siendo de carácter positivo entre los problemas de salud. La satisfacción general con el agua de la piscina tiene una relación significativa negativa con todas las variables de los problemas de salud ( $p < 0,01$ ).

Tabla 5.23. Coeficiente de correlación Rho de Spearman problemas de salud y satisfacción con el agua. Muestra usuarios

	Irritación de ojos	Irritación en la piel	Piel Seca	Trastornos respiratorios	Problemas auditivos	Satisfacción General
Satisfacción General	-0,326*	-0,342*	-0,387*	-0,308*	-0,350*	1,000
<i>p</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Problemas auditivos	0,365*	0,337*	0,341*	0,436*	1,000	
<i>p</i>	0,000	0,000	0,000	0,000		
Trastornos respiratorios	0,359*	0,426*	0,306*	1,000		
<i>p</i>	0,000	0,000	0,000			
Piel seca	0,353*	0,388*	1,000			
<i>p</i>	0,000	0,000				
Irritación en la piel	0,328*	1,000				
<i>p</i>	0,000					
Irritación de ojos	1,000					
<i>p</i>						

\*Existen correlación significativa a nivel 0,01

A continuación se realizó un modelo de regresión lineal (Tabla 5.24) obteniendo un coeficiente predictivo  $R^2 = 25,9\%$  en la variable satisfacción general con el agua de la

piscina, y  $R^2 = 31,5\%$  en la variable considera el tratamiento químico peligroso para su salud, siendo predictivas todas las variables referentes a problemas de salud ( $p < 0,01$ ). Dentro de las variables significativamente predictivas de la satisfacción general con el agua de la piscina podemos destacar el mayor coeficiente obtenido por la percepción de olor y la irritación de piel. Por otra parte, en “considera el tratamiento perjudicial para su salud” se observan como principales variables predictivas la percepción de olor y de problemas respiratorios.

Tabla 5.24. Análisis de Regresión. Muestra usuarios

	Satisfacción general con el agua de la piscina		Considera tratamiento químico peligroso para su salud	
	B	p	B	p
(Constante)	6,847	0,000	,715	0,000
Percepción de olor	-0,162**	0,000	0,220**	0,000
Irritación de Rojos	-0,045*	0,031	0,133**	0,000
Problemas Respiratorios	-0,077*	0,042	0,192**	0,000
Irritación de Piel	-0,131**	0,000	0,139**	0,002
Sequedad de Piel	-0,105**	0,000	0,161**	0,000
Problemas Auditivos	-0,129**	0,000	0,146**	0,001
F	57,949		76,306	

\* Variables significativamente predictivas a nivel 0,05

\*\* Variables significativamente predictivas a nivel 0,01

## 5.7.2. Resultados en Trabajadores a pie de piscina

### 5.7.2.1. Estudio Descriptivo de las variables nominales y métricas

Dentro de las variables nominales, en la cuestión: “¿cambiaría el tratamiento químico si estuviera en su mano?”, un 27% de los encuestados cambiaría el tratamiento químico de la piscina, desconociendo prácticamente la totalidad de la muestra las alternativas salvo un 3% (Tabla 5.25).

Tabla 5.25. Frecuencias y porcentajes cambiaría el tratamiento químico. Muestra Trabajadores a pie de piscina

		Frecuencia (n)		Porcentaje (%)	
¿Cambiaría el tratamiento químico de la instalación?	SI	62	27,0		
	NO	97	42,2		
	NS/NC	71	30,9		
¿Qué tratamiento elegiría?	Ozono	1	1,0		
	Electrólisis salina	3	2,0		
	NS/NC	58	97,0		

En el análisis descriptivo de las variables métricas evaluadas con escala likert 1-7, encontramos en primer lugar en la dimensión percepción que el olor se percibe “a veces” pero en pocas ocasiones, obteniendo la incomodidad respecto al olor químico un valor de “indiferente, algo de acuerdo”. La irritación ojos sin gafas es el problema de salud percibido más a menudo, con un resultado de “a veces”, seguido por la sequedad de piel tras trabajar con una valoración semejante. La irritación de ojos fuera del agua obtiene un valor asociado a “a veces, pocas ocasiones”, mientras que los problemas

respiratorios y la irritación de piel son percibidos con valores entre “casi nunca” y “a veces, pocas ocasiones”. Los problemas percibidos con menor frecuencia son la fiebre o el malestar y los problemas auditivos, con valores medios entre “nunca” y “casi nunca”. Por otra parte, los trabajadores perciben los problemas de los usuarios con una frecuencia de “a veces, pocas ocasiones”. En la dimensión de satisfacción, los trabajadores consideran que trabajar en el ambiente de la piscina es perjudicial con una valoración de “indiferente”, sucede lo mismo pero con un valor más bajo el considerar el tratamiento químico peligroso para los usuarios, y los materiales. La satisfacción general con el agua obtiene una valoración media cercana a “algo satisfecho” (Tabla 5.26, Figuras 5.20, 5.21 y 5.22).

Tabla 5.26. Medias variables métricas (likert 1-7). Muestra trabajadores a pie de piscina

		m	s
Dimensión	Percepción de olor químico en instalación	3,42	1,783
Percepción	Incomodidad respecto al olor	4,70	2,170
Dimensión	Irritación de ojos (fuera del agua)	3,02	1,664
problemas de	Irritación de ojos (dentro del agua)	4,07	1,883
salud	Irritación en la piel (sarpullido, eczema, picor)	2,47	1,767
	Sequedad en la piel	3,80	2,039
	Problemas respiratorios (ataques de asma, irritación garganta, tos, bloqueo de vías respiratorias)	2,57	1,726
	Problemas auditivos (otitis, infección)	1,87	1,298
	Fiebre o malestar	1,55	1,131
	Problemas de salud percibidos por usuarios/alumnos	2,91	1,322
Dimensión	Considera trabajar en el ambiente de la piscina peligroso para la salud	4,22	1,882
Satisfacción	Considera tratamiento peligroso para la salud de usuarios	3,44	1,853
	Considera que el tratamiento químico daña los materiales	4,05	1,935
	Satisfacción general con el agua de la piscina	4,91	1,313

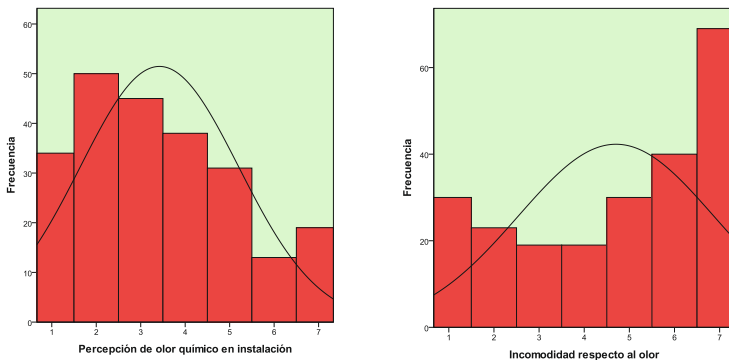


Figura 5.20. Histogramas Dimensión Percepción. Muestra Trabajadores a pie de piscina

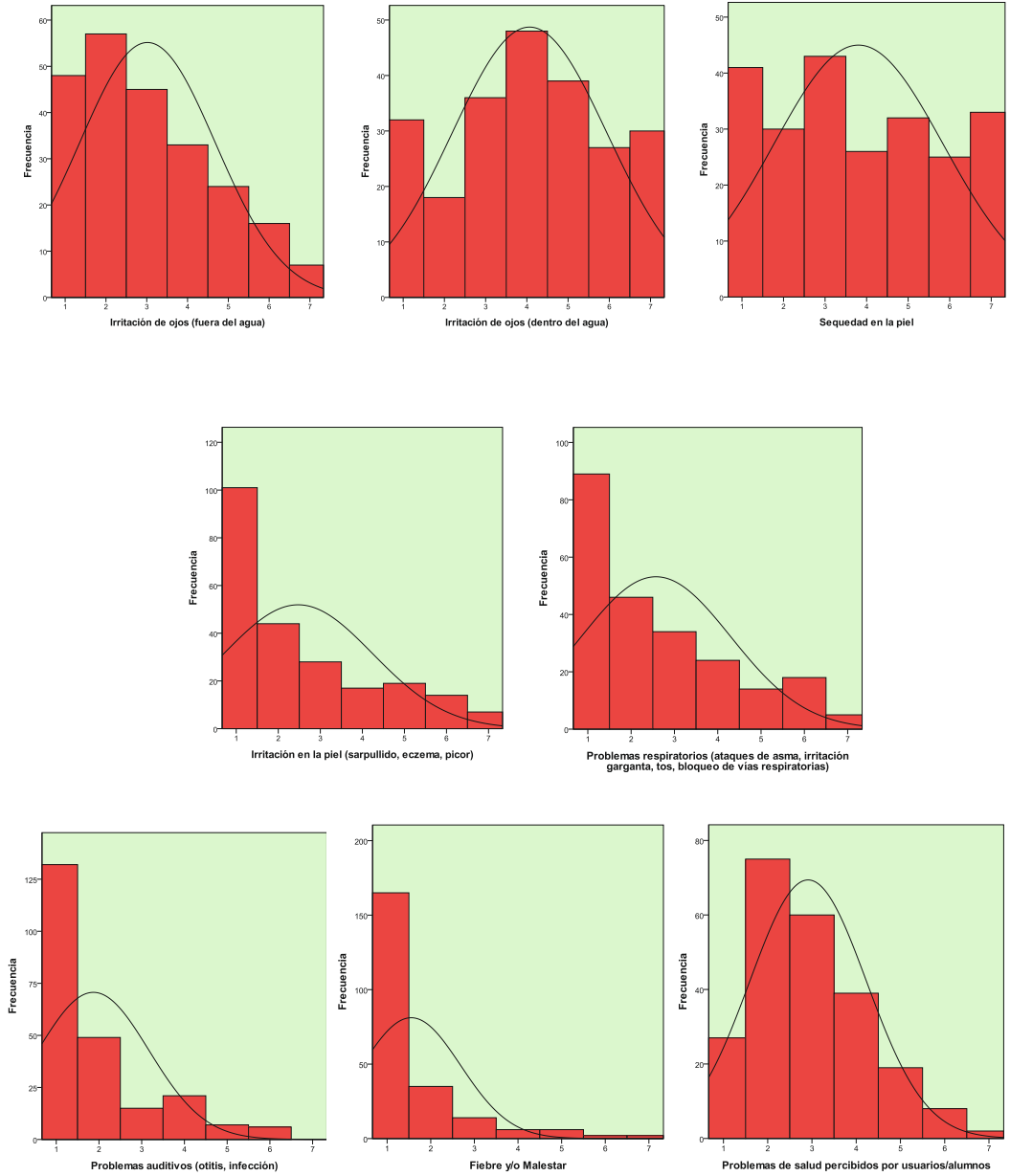


Figura 5.21. Histogramas Dimensión Problemas de Salud. Muestra Trabajadores a pie de piscina

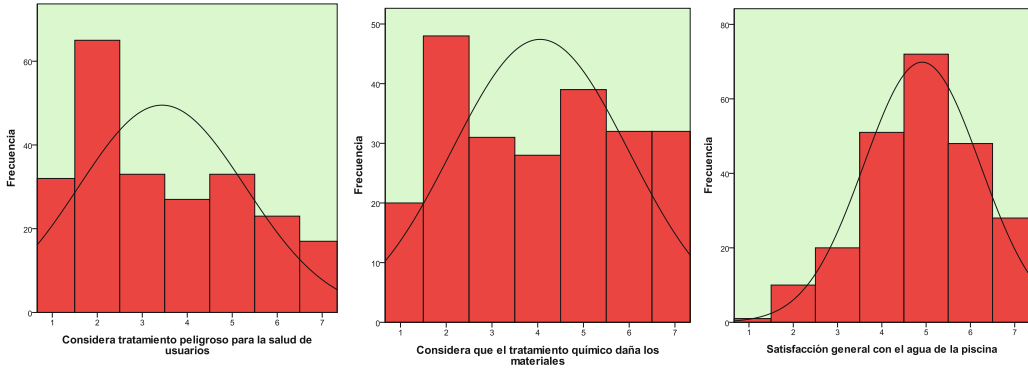


Figura 5.22. Histogramas Dimensión Satisfacción. Muestra Trabajadores a pie de piscina

5.7.2.2 Diferencias entre grupos categóricos en función de las variables nominales

Para estudiar las diferencias entre grupos de población analizados en el estudio respecto a la cuestión: “¿si estuviera en su mano cambiaría el tratamiento químico utilizado actualmente en la instalación?”, se han aplicado las pruebas estadísticas Chi cuadrado (Tabla 5.27) y la prueba z de comparación de columna.

Tabla 5.27. Resultados Chi cuadrado en variables categóricas y nominales. Muestra Trabajadores a pie de piscina

		Chi Cuadrado	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Cambiaría el tratamiento actual	Puesto de Trabajo	5,591	4	0,232
	Género	4,534	2	0,104
	Edad	8,163	4	0,086
	Experiencia	,581	2	0,748
	Horario de trabajo	8,723	4	0,068
	Jornada Laboral	21,924*	4	0,000
	Problemas Respiratorios previos	,065	2	0,968
	Problemas dermatológicos previos	1,375	2	0,503
	Alergia sustancias químicas	5,158	2	0,076
	Tratamiento químico	41,876*	8	0,000

\* Existen diferencias significativas al nivel 0,01 (bilateral)

Podemos observar en la Tabla 5.28 (página siguiente), que el porcentaje de trabajadores de media jornada que cambiaría el tratamiento químico es mayor a los trabajadores de jornada completa que lo harían.

Tabla 5.28. Diferencias entre proporciones de columna jornada laboral. Cambiaría tratamiento químico. Muestra Trabajadores a pie de piscina

		Jornada Laboral		
			Media Jornada	Jornada completa
Cambiaría el tratamiento	Si	Recuento (n)	33*	29*
		% de Jornada	41,8%	19,2%
	No	Recuento (n)	18	79
		% de Jornada	22,8%	52,3%
	ns/nc	Recuento (n)	28	43
		% de Jornada	35,4%	28,5%

\* Existen diferencias significativas al nivel 0,01 (bilateral)

En la Tabla 5.29 podemos observar que el porcentaje de trabajadores que cambiarían el tratamiento químico es mayor en piscinas de cloro y bromo respecto al resto de tratamientos. Asimismo en todos los tratamientos a excepción del cloro, es mayor el porcentaje de trabajadores que no cambiarían el tratamiento respecto a los que sí.

Tabla 5.29. Diferencias entre proporciones de columna tratamiento químico. Cambiaría tratamiento. Muestra Trabajadores a pie de piscina

		Tratamiento químico					
		Cloro	Bromo	Electrólisis salina	Ozono	Ultravioleta	
Cambiaría Tratamiento Químico	Si	Recuento (n)	34 <sub>a</sub>	14 <sub>a</sub>	4 <sub>b</sub>	6 <sub>b</sub>	4 <sub>b</sub>
		% de Tratamiento	52,3%	33,3%	11,8%	13,3%	9,1%
	No	Recuento (n)	12 <sub>a</sub>	17 <sub>b</sub>	19 <sub>b</sub>	25 <sub>b</sub>	24 <sub>b</sub>
		% de Tratamiento	18,5%	40,5%	55,9%	52,5%	54,5%
	ns/nc	Recuento (n)	19 <sub>a</sub>	11 <sub>a</sub>	11 <sub>a</sub>	14 <sub>a</sub>	16 <sub>a</sub>
		% de Tratamiento	29,2%	26,2%	32,4%	31,1%	36,4%

<sup>a,b,c</sup> Cada letra de subíndice indica un subconjunto de TRATAMIENTO QUÍMICO cuyas proporciones de columna no difieren significativamente entre sí en el nivel 0,01

### 5.7.2.3. Diferencias entre grupos categóricos en función de las variables numéricas

En este apartado se establecerán diferencias entre poblaciones pertenecientes a las variables categóricas establecidas en función de las puntuaciones obtenidas en las cuestiones valoradas con escala likert 1-7. Para hacer más sencilla su comprensión, clasificaremos su análisis en las tres dimensiones de variables establecidas en la metodología.

#### a) Dimensión Percepciones

Los resultados en la dimensión percepciones indicaron que la distribución de contraste no era normal por lo que se aplicaron para el análisis las pruebas no paramétricas U de Mann Withney para variables con dos categorías, y ANOVA con post hoc Games-Howell para variables con tres o más categorías (ANEXO VI). A continuación mostramos la Tabla resumen de la comparación entre medias (Tabla 5.30).

Tabla 5.30. Cuadro resumen diferencias de medias. Dimensión Percepciones. Muestra Trabajadores a pie de piscina

		Percepción de olor químico en la instalación	Incomodidad respecto al olor químico
		m (s)	m (s)
Género	Hombre	3,37 (1,68)	4,78 (2,13)
	Mujer	3,50 (1,91)	4,60 (2,22)
Experiencia	<2 años	3,21 (1,62)	<b>3,92 (2,29)**</b>
	>2 años	3,52 (1,84)	<b>5,07 (2,01)**</b>
Jornada Laboral	Media Jornada	3,76 (1,91)	4,42 (2,27)
	Jornada completa	3,25 (1,69)	4,85 (2,10)
Problemas Respiratorios	SI	3,30 (1,66)	4,85 (1,93)
	NO	3,44 (1,82)	4,68 (2,20)
Problemas dermatológicos	SI	3,61 (1,75)	5,29 (1,53)
	NO	3,40 (1,79)	4,62 (2,23)
Alergia Sustancias Químicas.	SI	<b>4,77 (2,31)*</b>	5,08 (2,10)
	NO	<b>3,34 (1,72)*</b>	4,68 (2,17)
Puesto de Trabajo	Monitor	3,40 (1,74)	4,63 (2,25)
	Socorrista	3,51 (1,76)	5,10 (1,75)
	Monitor/Socorrista	3,40 (1,92)	4,60 (2,24)
Edad	16-24	3,13 (1,73)	<b>4,49 (2,25)<sub>a</sub></b>
	25-45	3,53 (1,78)	<b>4,60 (2,17)<sub>a</sub></b>
	Mayor 45	3,38 (1,86)	<b>5,83 (1,57)<sub>b</sub></b>
Franja horaria	Mañana	2,86 (1,50)	<b>5,64 (1,54)<sub>a</sub></b>
	Tarde	3,51 (1,62)	<b>4,77 (2,05)<sub>b</sub></b>
	Ambas	3,50 (1,97)	<b>4,39 (2,35)<sub>b</sub></b>
Tratamiento Químico	Electrólisis salina	<b>3,32 (1,93)<sub>a,b</sub></b>	4,79 (2,40)
	Bromo	<b>3,31 (1,91)<sub>a</sub></b>	4,64 (2,16)
	Ozono	<b>2,84 (1,27)<sub>a</sub></b>	5,09 (1,90)
	Ultravioleta	<b>2,77 (1,42)<sub>a</sub></b>	4,64 (2,07)
	Cloro	<b>4,38 (1,76)<sub>b</sub></b>	4,48 (2,30)

\* La diferencia de medias es significativa al nivel 0,05; \*\* La diferencia de medias es significativa al nivel 0,01  
<sub>a,b,c</sub> Cada letra de subíndice indica un subconjunto de categorías cuyas proporciones de columna no difieren significativamente entre sí en el nivel 0,05

Podemos observar que no existen diferencias en género, jornada laboral, problemas respiratorios previos, y problemas dermatológicos previos. En la variable alergia a sustancias químicas, los participantes que padecen este problema perciben con mayor frecuencia el olor químico en comparación con los sujetos que no lo padecen ( $p < 0,05$ ). Los trabajadores con experiencia mayor de dos años sienten más a menudo una mayor incomodidad respecto al olor químico percibido ( $p < 0,01$ ). En las variables con 3 o más grupos, encontramos en primer lugar que no existen diferencias en función del puesto de trabajo. Basándonos en los grupos de edad, hay diferencias significativas en el grupo de trabajadores mayores de 45 años, los cuales sienten menos incomodidad respecto al olor químico percibido en la instalación ( $p < 0,05$ ). Sucede lo mismo con los trabajadores de la franja horaria de mañana, que perciben una menor incomodidad respecto a los olores respecto a los trabajadores de tarde o los que trabajan en ambas franjas horarias ( $p < 0,05$ ). El olor químico es percibido con mayor frecuencia en las piscinas de cloro



respecto al resto de tratamientos ( $p < 0,05$ ), a excepción de la electrólisis salina con la que no existen diferencias.

*b) Dimensión Problemas de salud*

Siguiendo la Tabla 5.31 (página siguiente), no encontramos diferencias en los grupos de las variables problemas respiratorios previos, puesto de trabajo y franja horaria de trabajo. En función del género, encontramos que las trabajadoras a pie de piscina perciben con mayor frecuencia la sequedad de piel respecto a los trabajadores ( $p < 0,01$ ). En función de la experiencia, los trabajadores con más de 2 años de experiencia en la instalación perciben con mayor frecuencia la irritación de ojos dentro el agua ( $p < 0,05$ ), irritación y sequedad de piel ( $p < 0,01$ ), los problemas respiratorios ( $p < 0,05$ ) y los problemas auditivos ( $p < 0,05$ ), respecto a los trabajadores con menor experiencia (Figura 5.23). Los trabajadores con problemas respiratorios previos perciben con mayor frecuencia la irritación de ojos fuera del agua ( $p < 0,05$ ), la irritación de piel ( $p < 0,01$ ), y los problemas auditivos ( $p < 0,01$ ) respecto a los trabajadores sanos. Los trabajadores que tienen alergia a sustancias químicas perciben más a menudo la irritación de ojos fuera del agua ( $p < 0,01$ ) respecto a los que no la padecen.

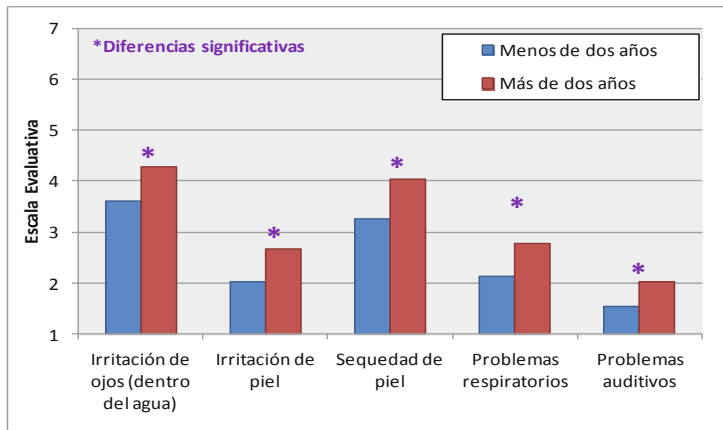


Figura 5.23. Evaluación sobre Dimensión Problemas de salud según experiencia. Muestra trabajadores a pie de piscina

Tabla 5.31. Tabla resumen diferencias de medias entre variables categoricas. Dimensión Problemas de Salud. Muestra trabajadores a pie de piscina

	Irritación de ojos fuera del agua		Irritación de ojos dentro del agua		Irritación de piel		Sequedad de piel		Problemas Respiratorios		Problemas auditivos		Mareos y/o Fiebre		Problemas de salud en usuarios			
	m (s)	m (s)	m (s)	m (s)	m (s)	m (s)	m (s)	m (s)	m (s)	m (s)	m (s)	m (s)	m (s)	m (s)	m (s)	m (s)		
Género	Hombre	3,04 (1,66)	3,91 (1,83)	2,28 (1,61)	<b>3,49 (1,90)**</b>	2,51 (1,79)	1,74 (1,88)	1,53 (1,63)	2,90 (1,27)	Mujer	2,98 (1,66)	4,28 (1,93)	2,75 (1,93)	<b>4,24 (2,14)***</b>	2,67 (1,63)	2,05 (1,42)	1,58 (1,26)	2,93 (1,39)
Experiencia	<2 años	2,90 (1,67)	<b>3,62 (1,96)*</b>	<b>2,03 (1,63)**</b>	<b>3,27 (2,05)**</b>	<b>2,12 (1,41)*</b>	<b>1,53 (1,01)**</b>	1,63 (1,31)	2,81 (1,13)	>2 años	3,07 (1,66)	<b>4,27 (1,81)*</b>	<b>2,68 (1,79)**</b>	<b>4,05 (1,99)**</b>	<b>2,78 (1,82)*</b>	<b>2,03 (1,38)**</b>	1,52 (1,03)	2,96 (1,40)
Jornada	Media	3,25 (1,82)	4,06 (2,03)	2,49 (1,86)	3,72 (2,20)	2,66 (2,06)	1,76 (1,33)	1,66 (1,23)	<b>3,24 (1,48)*</b>	Completa	2,89 (1,56)	4,07 (1,80)	2,46 (1,72)	3,85 (1,95)	2,53 (1,52)	1,93 (1,28)	1,50 (1,07)	2,74 (1,19)*
Problemas	SI	2,78 (1,52)	4,56 (1,62)	2,96 (2,00)	4,04 (1,85)	3,15 (1,95)	1,89 (1,36)	1,48 (0,84)	3,00 (1,17)	NO	3,05 (1,68)	4,00 (1,90)	2,41 (1,72)	3,77 (2,06)	2,50 (1,68)	1,87 (1,29)	1,56 (1,16)	2,90 (1,34)
Problemas dermatol.	SI	<b>3,64 (1,54)*</b>	4,68 (1,44)	<b>3,68 (1,88)**</b>	4,18 (2,21)	2,86 (1,90)	<b>2,46 (1,52)**</b>	1,71 (1,15)	3,07 (1,48)	NO	<b>2,93 (1,66)**</b>	3,98 (1,92)	<b>2,31 (1,68)**</b>	3,75 (2,01)	2,53 (1,70)	<b>1,79 (1,24)**</b>	1,53 (1,12)	2,89 (1,30)
Alergia Sus Químicas.	SI	<b>4,23 (1,58)**</b>	4,62 (2,50)	4,03 (1,84)	3,15 (2,03)	4,00 (2,16)	2,92 (1,60)	2,31 (1,49)	1,62 (1,04)	NO	<b>2,94 (1,64)**</b>	4,06 (1,84)	2,43 (1,74)	3,79 (2,03)	2,55 (1,73)	1,84 (1,28)	1,55 (1,13)	3,46 (1,33)
Puesto de Trabajo	Monitor	2,93 (1,66)	4,23 (1,98)	2,40 (1,70)	3,73 (2,04)	2,67 (1,81)	1,88 (1,25)	1,65 (1,22)	2,97 (1,31)	SOS	3,00 (1,36)	4,22 (1,65)	2,95 (1,80)	4,02 (1,79)	2,46 (1,45)	2,00 (1,43)	1,44 (1,07)	2,88 (1,30)
Edad	16-24	2,92 (1,75)	3,98 (1,99)	2,25 (1,64)	3,83 (2,20)	2,40 (1,76)	<b>1,51 (0,93)<sup>a</sup></b>	1,81 (1,52)	2,94 (1,47)	25-45	3,11 (1,63)	4,05 (1,86)	2,48 (1,74)	3,84 (1,97)	2,56 (1,71)	1,47 (0,96)	1,47 (0,96)	2,95 (1,29)
Francia	Mañana	2,68 (1,49)	4,11 (1,34)	3,00 (1,98)	4,00 (2,03)	2,43 (1,42)	2,14 (1,29)	1,46 (0,99)	2,39 (0,95)	horaria	2,91 (1,62)	3,99 (1,88)	2,34 (1,72)	3,66 (2,13)	2,43 (1,69)	1,74 (1,21)	1,57 (1,06)	3,03 (1,36)
Tratamiento Químico	Electrólisis S.	<b>2,94 (1,61)<sup>ab</sup></b>	3,53 (1,69)	2,38 (1,79)	3,56 (2,23)	2,26 (1,54)	1,91 (1,48)	<b>1,32 (0,84)<sup>a</sup></b>	<b>2,65 (1,47)<sup>ab</sup></b>	Bromo	<b>3,53 (1,95)<sup>a</sup></b>	4,17 (1,79)	2,36 (1,67)	3,93 (2,16)	2,64 (1,88)	1,45 (1,01)	1,26 (0,73) <sup>a</sup>	3,21 (1,11) <sup>a</sup>
	Orono	<b>2,36 (1,24)<sup>b</sup></b>	3,87 (1,85)	2,71 (2,07)	3,76 (1,94)	2,36 (1,56)	1,96 (1,18)	1,24 (0,48) <sup>a</sup>	<b>2,38 (1,09)<sup>b</sup></b>	Ultravioleta	<b>2,39 (1,22)<sup>b</sup></b>	3,82 (1,94)	2,11 (1,22)	3,82 (1,87)	2,27 (1,40)	2,27 (1,45)	1,50 (0,82) <sup>ab</sup>	<b>2,52 (0,84)<sup>b</sup></b>
	Cloro	<b>3,62 (1,71)<sup>a</sup></b>	4,58 (1,93)	2,68 (1,88)	3,88 (2,07)	3,05 (1,94)	1,78 (1,26)	2,11 (1,66) <sup>b</sup>	<b>3,49 (1,45)<sup>a</sup></b>									

\* La diferencia de medias es significativa al nivel 0,05; \*\* La diferencia de medias es significativa al nivel 0,01;

<sup>a,b,c</sup> Cada letra de subíndice indica un subconjunto de categorías cuyas proporciones de columna no difieren significativamente entre sí en el nivel 0,05

En función de la edad, hay diferencias entre el grupo de trabajadores mayores de 45 años, los cuales perciben con mayor frecuencia los problemas auditivos respecto a los trabajadores de 16 a 25 años ( $p < 0,01$ ). Los trabajadores de las piscinas de cloro y bromo perciben con mayor frecuencia la irritación de ojos fuera del agua ( $p < 0,01$ ), respecto a las piscinas de ultravioleta y ozono. No existen diferencias entre las piscinas de cloro y bromo, y de ultravioleta y ozono respectivamente. La percepción de irritación de ojos fuera del agua en las piscinas de electrólisis salina obtiene un valor medio sin diferencias significativas con el resto de tratamientos. Los mareos y/o fiebre son percibidos con mayor frecuencia en las piscinas de cloro respecto a las piscinas de electrólisis salina ( $p < 0,05$ ), ozono y bromo ( $p < 0,01$ ), sin obtenerse diferencias con los trabajadores de ultravioleta. Por último, los trabajadores de las piscinas de cloro y bromo perciben con mayor frecuencia los problemas de salud en usuarios y alumnos ( $p < 0,01$ ), respecto a las piscinas de ultravioleta y ozono. Los trabajadores de piscinas donde se utiliza electrólisis salina puntúan con un valor medio la percepción de problemas de salud en usuarios, que no presenta diferencias con el resto de tratamientos (Figura 5.24).

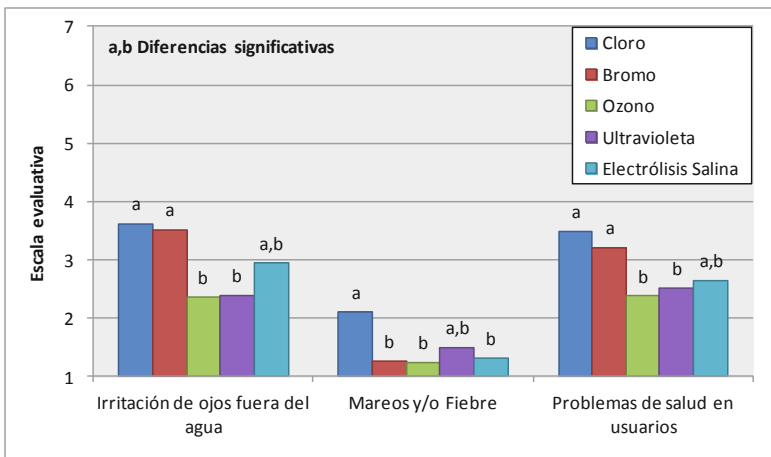


Figura 5.24. Evaluación sobre Dimensión Problemas de salud según tratamiento químico. Muestra Trabajadores a pie de piscina

### c) Dimensión Satisfacción

Siguiendo la Tabla 5.32 (página siguiente) podemos observar que no existen diferencias entre los grupos de las variables género, problemas respiratorios previos, jornada laboral y edad. En la variable experiencia, los usuarios con más de dos años de experiencia consideran en mayor medida el tratamiento químico peligroso para su salud ( $p < 0,01$ ) y el daño que el tratamiento químico tiene en los materiales ( $p < 0,01$ ) respecto a los trabajadores con menos experiencia. Asimismo, los trabajadores con más de dos años de experiencia declaran una satisfacción con el agua de la piscina más baja que los trabajadores con menor experiencia ( $p < 0,05$ ).

Tabla 5.32. Tabla resumen diferencias de medias. Dimensión Problemas de Salud. Muestra Trabajadores a pie de piscina

		Considera Tratamiento peligrosa para su salud m (s)	Considera Tratamiento peligroso salud usuarios m (s)	Daños en Materiales m (s)	Satisfacción general con el agua de la piscina m (s)
Género	Hombre	4,24 (1,79)	3,59 (1,85)	4,17 (1,86)	4,86 (1,32)
	Mujer	4,19 (2,00)	3,23 (1,84)	3,89 (2,02)	4,98 (1,30)
Experiencia	<2 años	<b>3,75 (3,08)**</b>	3,08 (1,68)	<b>3,37 (1,79)**</b>	<b>5,19 (1,37)*</b>
	>2 años	<b>4,43 (1,89)**</b>	3,61 (1,90)	<b>4,37 (1,79)**</b>	<b>4,78 (1,26)*</b>
Jornada Laboral	Media	3,75 (1,77)	<b>3,08 (1,68)**</b>	3,37 (1,79)	5,19 (1,37)
	Completa	4,43 (1,89)	<b>3,61 (1,90)**</b>	4,37 (1,92)	4,78 (1,26)
Problemas Respiratorios	SI	4,44 (1,76)	2,89 (1,42)	3,89 (2,06)	4,56 (1,45)
	NO	4,19 (1,90)	3,51 (1,89)	4,07 (1,92)	4,96 (1,29)
Problemas dermatol.	SI	4,46 (1,95)	3,82 (1,88)	4,11 (1,93)	<b>4,25 (1,17)**</b>
	NO	4,18 (1,88)	3,39 (1,84)	4,04 (1,94)	<b>5,00 (1,30)**</b>
Alergia Sust. Químicas	SI	<b>5,46 (1,85)*</b>	4,54 (1,89)	4,69 (2,17)	4,69 (0,94)
	NO	<b>4,14 (1,86)*</b>	3,37 (1,83)	4,01 (1,91)	4,92 (1,33)
Puesto de Trabajo	Monitor	4,23 (1,92)	3,47 (1,90)	4,03 (1,93)	4,87 (1,33)
	Socorrista	4,37 (1,84)	3,61 (1,84)	4,39 (1,81)	4,93 (1,19)
	Monitor/SOS	4,08 (1,82)	3,23 (1,75)	3,85 (2,03)	5,00 (1,37)
Edad	16-24	3,89 (1,82)	3,64 (1,92)	3,57 (1,97)	4,91 (1,33)
	25-45	4,24 (1,86)	3,40 (1,84)	4,14 (1,92)	4,91 (1,35)
	Mayor 45	4,83 (2,01)	3,25 (1,82)	4,58 (1,74)	4,92 (0,97)
Franja horaria	Mañana	4,43 (1,47)	2,89 (1,66)	4,46 (1,64)	<b>5,43 (1,03)<sub>a</sub></b>
	Tarde	4,16 (1,77)	3,49 (1,81)	4,01 (1,86)	<b>4,70 (1,33)<sub>b</sub></b>
	Ambas	4,21 (2,08)	3,53 (1,92)	3,98 (2,07)	<b>4,97 (1,32)<sub>a,b</sub></b>
Tratamiento Químico	Electrólisis	3,26 (2,26)	<b>3,26 (2,00)<sub>a,b</sub></b>	4,00 (2,16)	<b>5,15 (1,18)<sub>a</sub></b>
	Bromo	3,83 (1,80)	<b>3,83 (1,83)<sub>b</sub></b>	4,02 (2,01)	<b>5,12 (1,04)<sub>a</sub></b>
	Ozono	2,78 (1,57)	<b>2,78 (1,52)<sub>a</sub></b>	3,82 (1,65)	<b>5,13 (1,47)<sub>a</sub></b>
	Ultravioleta	2,73 (1,70)	<b>2,73 (1,31)<sub>a</sub></b>	3,93 (1,83)	<b>5,30 (1,04)<sub>a</sub></b>
	Cloro	4,22 (1,99)	<b>4,22 (1,98)<sub>b</sub></b>	4,34 (2,02)	<b>4,23 (1,36)<sub>b</sub></b>

\* La diferencia de medias es significativa al nivel 0,05

\*\* La diferencia de medias es significativa al nivel 0,01

<sup>a,b,c</sup> Cada letra de subíndice indica un subconjunto de categorías cuyas proporciones de columna no difieren significativamente entre sí en el nivel 0,05

En función de la jornada laboral, los trabajadores de jornada completa consideran en mayor medida el daño que puede provocar el tratamiento químico en los usuarios respecto a los trabajadores de media jornada ( $p < 0,01$ ). Por otra parte, los trabajadores con problemas dermatológicos previos tienen una satisfacción general con el agua de la piscina inferior respecto a los sujetos sanos ( $p < 0,01$ ). Así como los sujetos con alergia a sustancias químicas, consideran en mayor grado que el tratamiento químico puede afectar negativamente a su salud respecto a los sujetos sanos ( $p < 0,05$ ). Los trabajadores de mañana tienen una satisfacción general con el agua mayor con el agua de la piscina respecto a los usuarios de tarde ( $p < 0,01$ ), mientras que la satisfacción de los sujetos que trabajan en ambas franjas horarias no difiere de los trabajadores de mañana o tarde. Respecto al tratamiento químico, los trabajadores de piscinas donde se utiliza cloro consideran en mayor medida que el tratamiento químico puede afectar negativamente a la salud de los usuarios respecto a los trabajadores de ozono y ultravioleta ( $p < 0,01$ ).

Sucede lo mismo con los trabajadores de bromo respecto a las piscinas de ozono y ultravioleta ( $p < 0,05$ ). La electrólisis salina no muestra diferencias con ningún tratamiento. Como último aspecto, la satisfacción general con el agua de la piscina es menor en los trabajadores en las piscinas de cloro respecto a las piscinas de bromo, electrólisis salina, ultravioleta ( $p < 0,01$ ) y ozono ( $p < 0,05$ ), sin existir diferencias en la satisfacción entre los trabajadores del resto de tratamientos (Figura 5.25).

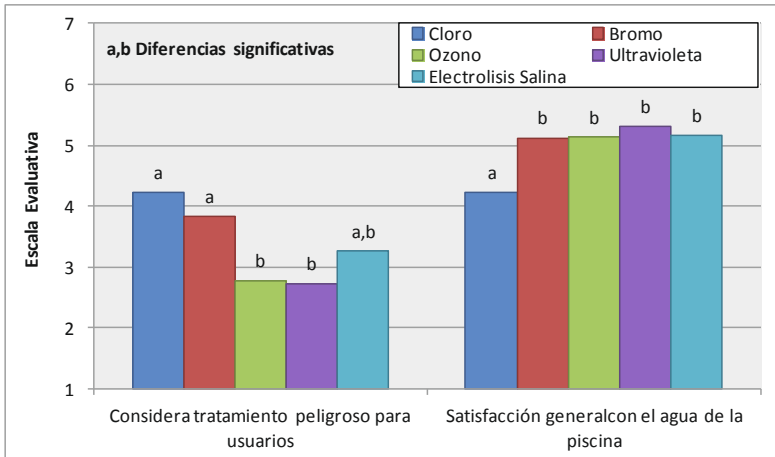


Figura 5.25. Evaluación sobre Satisfacción según tratamiento químico. Muestra trabajadores a pie de piscina

#### 5.7.2.4. Relaciones entre variables y modelo de regresión

Para obtener la relación entre algunas de las variables estudiadas se aplicó la prueba estadística del coeficiente Rho de Spearman. Las variables analizadas fueron todas las variables sobre problemas de salud y la variable satisfacción general con el agua de la piscina. Siguiendo la Tabla 5.34 (página siguiente) podemos observar cómo todas las variables tienen una correlación significativa entre sí ( $p < 0,01$ ), siendo de carácter positivo entre los problemas de salud. La satisfacción general con el agua de la piscina tiene una relación significativa negativa con el resto de variables ( $p < 0,01$ ).

Por otra parte, se realizó un modelo de regresión lineal (Tabla 5.34). Obteniendo un coeficiente predictivo  $R^2 = 24,3\%$  en la variable satisfacción general con el agua de la piscina, y  $R^2 = 35,4\%$  en la variable considera el tratamiento químico peligroso para su salud. Las variables significativamente predictivas de la satisfacción general con el agua de la piscina fueron irritación de ojos dentro del agua, problemas respiratorios y olor a sustancia química ( $p < 0,05$ ). Por otra parte, en "considera el tratamiento perjudicial para su salud" tiene como principales variables predictivas la percepción de problemas respiratorios y la percepción de olor a sustancia química ( $p < 0,01$ ).

Tabla 5.33. Coeficientes de correlación Rho de Spearman problemas de salud percibidos y satisfacción con el agua de la piscina. Muestra Trabajadores a pie de piscina

	Irritación de ojos fuera del agua	Irritación de ojos dentro del agua	Irritación en la piel	Piel Seca	Trastornos respiratorios	Problemas auditivos	Mareos y/o fiebre	Percepción problemas usuarios	Satisfacción General
Satisfacción General	-0,386**	-0,393**	-0,303**	-0,241**	-0,338**	-0,194**	-0,270**	-0,335**	1,000
<i>p</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	
Percepción problemas usuarios	0,468**	0,449**	0,265**	0,376**	0,424**	0,245**	0,287**	1,000	
<i>p</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
Mareos y/o fiebre	0,247**	0,205**	0,245**	0,243**	0,390**	0,233**	1,000		
<i>p</i>	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000			
Problemas auditivos	0,221**	0,161*	0,372**	0,299**	0,379**	1,000			
<i>p</i>	0,001	0,014	0,000	0,000	0,000				
Trastornos respiratorios	0,365**	0,407**	0,359**	0,345**	1,000				
<i>p</i>	0,000	0,000	0,000	0,000					
Piel seca	0,322**	0,399**	0,449**	1,000					
<i>p</i>	0,000	0,000	0,000						
Irritación en la piel	0,477**	0,341**	1,000						
<i>p</i>	0,000	0,000							
Irritación de ojos dentro del agua	0,530**	1,000							
<i>p</i>	0,000								
Irritación de ojos fuera del agua	1,000								
<i>p</i>									

\* Existe correlación significativa al nivel 0,05

\*\* Existe correlación significativa al nivel 0,01

Tabla 5.34. Análisis de regresión. Muestra Trabajadores a pie de piscina

	Satisfacción general con el agua de la piscina		Considera tratamiento químico químico peligroso para su salud	
	B	sig	B	Sig
(Constante)	6,493	0,000	1,621	0,000
Irritación de Rojos fuera	-0,040	0,517	0,050	0,537
Irritación de ojos dentro	-0,101*	0,049	0,122	0,072
Irritación de Piel	-0,092	0,078	0,026	0,707
Sequedad de Piel	0,029	0,530	0,014	0,817
Problemas respiratorios	-0,109*	0,043	0,278**	0,000
Problemas Auditivos	-0,007	0,914	0,066	0,441
Mareos y/o fiebre	-0,095	0,205	-0,135	0,174
Olor sustancia química	-0,145*	0,012	0,350**	0,000
F	8,868		15,140	

\* Variables significativamente predictivas a nivel 0,05

\*\* Variables significativamente predictivas a nivel 0,01

### 5.7.3. Diferencias entre usuarios y trabajadores a pie de piscina

Para analizar las diferencias existentes entre las dos poblaciones del estudio, se seleccionaron las variables en común de los cuestionarios de ambas poblaciones, usuarios y trabajadores a pie de piscina, y se aplicó la prueba no paramétrica U de Mann-Withney (ANEXO VII). Los resultados se muestran en la Tabla 5.36. Existen diferencias en todas las variables, siendo significativamente mayores los valores medios de percepción de problemas de salud, percepción de olor e incomodidad respecto al olor químico, así como una satisfacción con la calidad del agua menor, en los trabajadores a pie de piscina respecto a los usuarios ( $p < 0,01$ ).

Tabla 5.35. Cuadro resumen diferencias de medias entre usuarios y trabajadores

		Usuarios	Trabajadores
Percepción de olor químico en la instalación	Media	2,88**	3,42**
	Desviación Estándar	1,781	1,783
Incomodidad respecto al olor químico	Media	3,05**	4,70**
	Desviación Estándar	2,157	2,170
Irritación de ojos dentro del agua	Media	3,11**	4,07**
	Desviación Estándar	2,156	1,883
Problemas Respiratorios	Media	1,57**	2,57**
	Desviación Estándar	1,205	1,726
Irritación de piel	Media	1,62**	2,47**
	Desviación Estándar	1,301	1,767
Sequedad de piel	Media	3,07**	3,80**
	Desviación Estándar	2,041	2,039
Problemas auditivos	Media	1,69**	1,87**
	Desviación Estándar	1,332	1,298
Considera Tratamiento peligroso para su salud	Media	3,02**	4,22**
	Desviación Estándar	1,966	1,882
Satisfacción General con el agua de la piscina	Media	5,37**	4,91**
	Desviación Estándar	1,396	1,313

\*\* La diferencia de medias es significativa al nivel ,01





## CAPÍTULO VI

### **Estudio 3: Cambios a corto plazo de la función respiratoria y permeabilidad pulmonar de nadadores en piscinas con diferentes tratamientos (Cloro vs. Ozono).**

#### **Métodos y Resultados**

*¿No está el hombre a merced del aire que respira?*

Goethe



## 6.1. Diseño metodológico

El objetivo de este tercer estudio es analizar los efectos a corto plazo de un entrenamiento de natación en la función respiratoria y en el posible daño al epitelio pulmonar, en adultos que nadan en dos piscinas cubiertas con diferentes tratamientos químicos. Para ello se han utilizado la medición de concentraciones de dos biomarcadores en plasma sanguíneo, así como volúmenes espiratorios forzados.

Los bio-marcadores en sangre relacionados con los mecanismos biológicos detrás de los problemas respiratorios han sido utilizados con este mismo objetivo en otras investigaciones (Bonneto et al., 2006; Font-Ribera, Kogevinas et al., 2010). La proteína surfactante del pulmón célula clara 16 (CC16) y la surfactante D (SP-D) han sido utilizadas como indicadoras para detectar cambios a corto y largo plazo en la integridad del epitelio pulmonar (Broeckaert et al., 2000; Kishore et al., 2006), ya que pueden producir inflamación de las vías respiratorias y un incremento en la sensibilidad y enfermedades alérgicas generado por una alta permeabilidad de la barrera del epitelio pulmonar (Bernard et al., 2007). Por otra parte, los volúmenes respiratorios forzados han sido utilizados en numerosos estudios con nadadores, bien como índice de mejora del rendimiento (Fernández et al., 2009), o bien para observar cambios en los volúmenes como síntomas del daño pulmonar (Font-Ribera, Kogevinas et al., 2010; Lagerkvist et al., 2004).

Este tercer estudio está enmarcado dentro de la metodología cuantitativa experimental, ya que el investigador tiene el control de las variables independientes. El diseño metodológico de este segundo estudio se va a describir en función de las pautas establecidas por Thomas y Nelson (2007). Estas pautas han sido llevadas a cabo en estudios similares al que aquí se propone (Bernard et al., 2007; Bonneto et al., 2006; Carbonelle et al., 2002-2008; Font-Ribera, Kogevinas et al., 2010).

## 6.2. Muestra

### 6.2.1. Instalaciones

Para este estudio, se identificaron dos piscinas cubiertas en la ciudad de Toledo (Castilla-La Mancha) en las que se utilizaban dos tratamientos químicos distintos: Hipoclorito Sódico y Ozono con residual de Bromo. Las principales características de las piscinas pueden observarse en la Tabla 6.1.

Tabla 6.1. Características de las piscinas

	<b>PISCINA 1</b>	<b>PISCINA2</b>
<b>Tratamiento químico</b>	Hipoclorito Sódico	Ozono y bromo
<b>Filtro</b>	Arena de Sílice	Arena de Sílice
<b>Circulación y Rebosaderos</b>	Skimmers	Perimetral, tipo Munich
<b>Dimensiones (m<sup>3</sup>)</b>	25x12,5x1,80	20x10x1,55
<b>Año construcción</b>	1986	2003

### 6.2.2. Participantes

Se realizó una selección previa de participantes en tres grupos: nadadores en piscina de cloro, nadadores en piscina de ozono y sujetos control. Los participantes fueron reclutados a través de anuncios en el campus universitario, en las instalaciones deportivas e Internet. De una muestra inicial total de 63 participantes se seleccionaron 39 (13 por grupo). Los criterios de exclusión consistieron en si eran fumadores o lo habían sido en los tres últimos años, y si se padecía algún tipo de enfermedad crónica respiratoria o alergia estacional. Ninguno de los sujetos seleccionados tomó medicación durante el estudio.

Siguiendo la Tabla 6.2 podemos observar que hubo un mayor número de mujeres en la muestra final. A excepción del grupo control, en el que el número de hombres fue mayor. La edad media superó los 30 años en todos los grupos, siendo los participantes de la piscina de ozono los que tenían una edad media superior. Asimismo, los nadadores de la piscina de ozono poseían una experiencia mayor en piscinas cubiertas respecto a los nadadores de la piscina de cloro. Respecto, a los sujetos que eran ex-fumadores, la muestra de nadadores se encontró equilibrada con cuatro ex-fumadores por grupo, mientras que en el grupo control encontramos únicamente un ex-fumador.

Tabla 6.2. Características de los participantes

	Todos (n=39)	Nadadores piscina cloro (n=13)	Nadadores piscina ozono (n=13)	Grupo control (n=13)
sexo (M/F)	17/24	5/8	5/8	7/6
edad (años) (s)	34,1 (7,4)	33,5 (7,7)	37,1 (5,37)	31,7 (8.4)
experiencia en piscina cubierta (años)(s)	-	5,1 (3,0)	8,0 (5,8)	-
exfumadores (n)	9	4	4	1

Los participantes fueron informados sobre la naturaleza y posibles riesgos asociados al estudio antes de participar. Todos los participantes firmaron un consentimiento informado (Anexo VII). El estudio fue aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica de la Universidad de Castilla-La Mancha CEIC (1310) y los experimentos fueron realizados conforme a la Declaración de Helsinki.

### 6.3. Descripción de los test y pruebas realizados

#### 6.3.1. Función Respiratoria

Para la evaluación de la función respiratoria se utilizó la espirometría forzada. Siguiendo a Millet et al. (2005) y a Severa Pieras y Sancho Chinesta (2009), la espirometría es una prueba fisiológica que mide cómo un individuo inhala o exhala volúmenes de aire teniendo en cuenta el tiempo. Los parámetros principales que se miden en la espirometría pueden ser volúmenes o flujos. En nuestro caso, los parámetros evaluados fueron los siguientes:

- **FVC (forced vital capacity): Capacidad vital forzada:** Es el máximo volumen de aire exhalado después de una inspiración máxima expresado en litros.
- **FEV1 (forced expiratory volume): Volumen espiratorio forzado en el primer segundo :** Volumen de aire exhalado durante el primer segundo de la FVC expresado en litros.
- **FEV1/FVC:** Cociente FEV1/FVC es la relación de FEV1 dividido entre la FVC y expresada como porcentaje. Esta relación es la variable más comúnmente utilizada para definir obstrucción al flujo aéreo.

Para realizar la espirometría forzada se tuvieron en cuenta los criterios de aceptabilidad y repetibilidad además del siguiente protocolo adaptado de Miller et al. (2005):

1. Demostración de la prueba.
2. Colocar al sujeto en la posición correcta. Sentado con la espalda apoyada en el respaldo.
3. Colocar pinza nasal.
4. Colocar correctamente la boquilla (siempre una nueva).
5. Inhalar de manera completa y rápida (< 1 segundo).
6. Exhalación máxima hasta que no se pueda expulsar más aire mientras se mantiene la posición del tronco recta con el cuello ligeramente elevado.
7. Estimular vigorosamente durante la exhalación.
8. Inspiración máxima, nuevamente rápida y completa.
9. Repetir las instrucciones y la demostración de la maniobra si es necesario.
10. Repetir un mínimo de tres buenas maniobras (generalmente no se requieren más de ocho).
11. Revisar la repetibilidad de la prueba y realizar más maniobras si es necesario (se pueden realizar hasta quince).

### **6.3.2. Daño del epitelio pulmonar**

Para conocer el daño del epitelio pulmonar se evaluaron dos proteínas indicadoras de la permeabilidad del epitelio pulmonar como la SP-D y CC16 en plasma sanguíneo. Para ello se utilizaron kits ELISA (Biovendor Laboratorní Medicine, Modrice, República Checa). En estos kits, las proteínas presentes en la muestra de plasma reaccionan con los anticuerpos monoclonales (o las proteínas recombinantes) que recubren los pocillos de unas microplacas. Posteriormente, se produce una reacción coloreada que cuantifica el analito existente en la muestra según la concentración en la que se encuentra, valorado espectrofotométricamente de acuerdo a una curva de calibración que proporciona el set de calibradores incluidos en el kit.

Para este test se extrajeron 5 ml de sangre de cada participante y fueron depositados en tubos anticoagulantes para plasma con EDTA VACUETTE® (Greiner Bio-One GmbH, Kremsmünster, Austria). Las muestras fueron centrifugadas a 4000 rpm durante 10 minutos (Centrifugadora MPW-350R, Med Instruments Cooperative, Varsovia, Polonia) y el plasma de cada muestra fue trasladado a tubos Eppendorf utilizando una pipeta desechable Pasteur para cada muestra (Figura 6.1) para posteriormente ser almacenado a -80°C.



Figura 6.1. Obtención de las muestras de plasma y traslado a tubos Eppendorf

Cuando las muestras pre y post fueron obtenidas, se procedió al análisis de la concentración de proteínas en plasma a través de los kits ELISA. Los pasos realizados para el análisis se detallan a continuación.

#### 6.3.3.1. Preparación de las concentraciones estándar, controles de calidad y muestras

Siguiendo las instrucciones del kit, para la preparación de las concentraciones estándar se disolvieron en primer lugar las soluciones establecidas para cada concentración en la disolución amortiguadora. La concentración de proteína CC16 y proteína SP-D en las soluciones “madre” fue de 100 ng/ml en ambos casos. Posteriormente, en función de esta solución se van obteniendo el resto de concentraciones estándar con la cantidad de disolución amortiguadora determinada (Tablas 6.3 y 6.4).

Tabla 6.3. Preparación de concentraciones estándar CC16

Volumen solución estándar	Disolución amortiguadora	Concentración CC16 estándar
Madre	-	100 ng/ml
200 µl de 100 ng/ml	200 µl	40 ng/ml
200 µl de 40 ng/ml	200 µl	20 ng/ml
200 µl de 20 ng/ml	200 µl	10 ng/ml
200 µl de 10 ng/ml	200 µl	5 ng/ml
200 µl de 5 ng/ml	300 µl	2 ng/ml

Tabla 6.4. Preparación de concentraciones estándar SP-D

Volumen solución estándar	Disolución amortiguadora	Concentración SP-D estándar
Madre	-	100 ng/ml
200 µl de 100 ng/ml	300 µl	50 ng/ml
200 µl de 50 ng/ml	300 µl	25 ng/ml
200 µl de 25 ng/ml	300 µl	12,5 ng/ml
200 µl de 12,5 ng/ml	300 µl	3,13 ng/ml
200 µl de 3,13 ng/ml	300 µl	1,56 ng/ml

En el caso de la proteína CC16, posteriormente fue necesario disolver las soluciones estándar de nuevo en la disolución amortiguadora con una proporción de 1:25 (p.e., 10 µl de estándar con 240 µl de disolución amortiguadora) para ello fue utilizado un agitador vórtex (TTS2, Yellowline, Ika, Alemania).

Para la obtención de los controles de calidad en el caso de la CC16 se diluyeron las concentraciones HIGH y LOW en la disolución amortiguadora con una proporción de 1:25. En el caso de SP-D la proporción fue de 1:11. Las muestras se obtuvieron a través del plasma diluido en la disolución amortiguadora con una proporción de 1:25 en el caso de la proteína CC16 y de 1:11 en SP-D. Se preparó 1 litro de solución de lavado con 900 ml. de agua destilada y 100 ml de solución de lavado concentrada para posteriormente realizar el lavado de los 96 pocillos (Figura 6.2).



Figura 6.2. Preparación de la solución de lavado

#### 6.3.3.2. Procedimiento del ensayo

Tras la preparación de las concentraciones, controles de calidad y muestras, la distribución final en la microplaca con los 96 pocillos puede observarse en las Figuras 6.3 y 6.4.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	100	100	QUALY LOW	QUALY HIGH	13A	13B	27A	27B	40A	40B	54A	54B
B	50	50	1A	1B	15A	15B	30A	30B	41A	41B	55A	55B
C	25	25	2A	2B	16A	16B	32A	32B	42A	42B	56A	56B
D	12,5	12,5	3A	3B	19A	19B	35A	35B	43A	43B	57A	57B
E	6,25	6,25	4A	4B	20A	20B	36A	36B	44A	44B	59A	59B
F	3,13	3,13	6A	6B	22A	22B	37A	37B	45A	45B	61A	61B
G	1,56	1,56	9A	9B	24A	24B	38A	38B	49A	49B	62A	62B
H	BLANK	BLANK	10A	10B	26A	26B	39A	39B	53A	53B	63A	63B

Concentraciones estándar   
  Controles de Calidad   
  Muestras

Figura 6.3. Microplaca de análisis proteína SP-D

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	100	100	QUALY LOW	QUALY HIGH	13A	13B	27A	27B	40A	40B	54A	54B
B	40	40	1A	1B	15A	15B	30A	30B	41A	41B	55A	55B
C	20	20	2A	2B	16A	16B	32A	32B	42A	42B	56A	56B
D	10	10	3A	3B	19A	19B	35A	35B	43A	43B	57A	57B
E	5	5	4A	4B	20A	20B	36A	36B	44A	44B	59A	59B
F	2	2	6A	6B	22A	22B	37A	37B	45A	45B	61A	61B
G	BLANK	BLANK	9A	9B	24A	24B	38A	38B	49A	49B	62A	62B
H			10A	10B	26A	26B	39A	39B	53A	53B	63A	63B

Concentraciones estándar   
  Controles de Calidad   
  Muestras

Figura 6.4 Microplaca de análisis proteína CC16



En el procedimiento para obtener las concentraciones de las muestras de la proteína CC16 se siguieron los pasos que se detallan a continuación (Biovender Laboratorní Medicine).

1. Pipetear 100  $\mu$ l de las concentraciones estándar, controles de calidad, disolución amortiguadora (Blank) y muestras en cada uno de los pocillos indicados.
2. Mantener la microplaca durante una hora a una temperatura ambiente de 25°C, siendo agitada a 300 rpm por un agitador orbital (Figura 6.5).
3. Lavar la microplaca tres veces en la solución de lavado, introduciendo 0,35 ml en cada pocillo, mantener la solución al menos 30 segundos en los pocillos. Tras los 3 lavados, verter la solución y presionar la microplaca contra un papel absorbente. Intentar no dejar restos.
4. Añadir 100  $\mu$ l del Anticuerpo Biotinilado en cada pocillo.
5. Repetir pasos 2 y 3.
6. Añadir 100  $\mu$ l de conjugado de estreptavidina-HRP.
7. Repetir pasos 2 y 3.
8. Añadir 100  $\mu$ l de la solución de sustrato en cada pocillo. Cubrir el plato con papel de aluminio y evitar la exposición directa al sol (Figura 6.5).
9. Mantener la microplaca 10 minutos a temperatura ambiente. No agitar la microplaca en este paso.
10. Añadir 100  $\mu$ l de la solución para detener la coloración (Stop solution). Introducir y analizar la microplaca en un lector antes de 5 minutos tras el paso 10 (Figura 6.5).

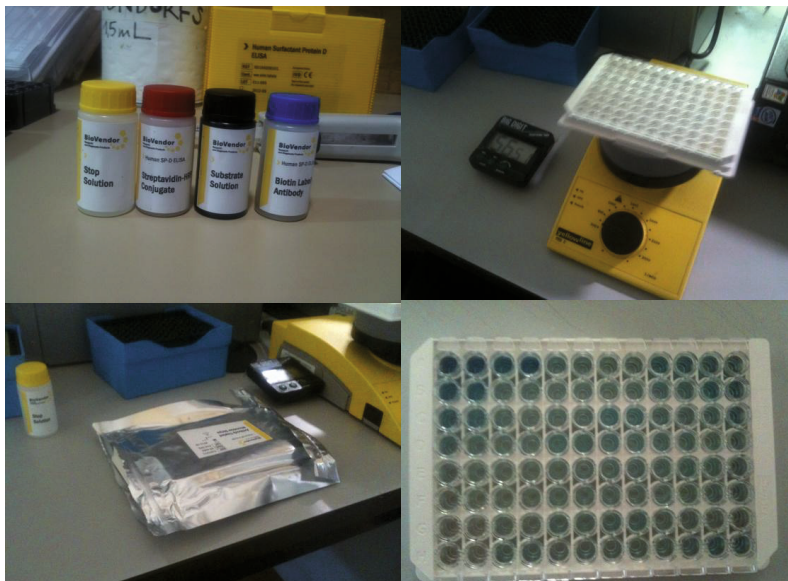


Figura 6.5. Soluciones empleadas. Agitación, coloración y aspecto final de la microplaca

En el caso de la proteína SP-D el procedimiento se diferenció únicamente en que el lavado de la microplaca se debía realizar 5 veces y en el paso 9 la microplaca debía mantenerse 15 minutos a temperatura ambiente cubierta por papel de aluminio.

### 6.3.3.3. Lectura de las microplacas



Figura 6.6. Lector de microplacas utilizado

Para la lectura de las microplacas se utilizó un lector de placas con una longitud de onda de 450 nm (Modelo Versa Max, Molecular Devices, Sunnyvale, California). La mayoría de los lectores de microplacas realizan cálculos automáticos de la concentración de compuesto analizado, empleando en este caso el Software de análisis Soft Max (Molecular Devices, Sunnyvale, California) (Figura 6.6). Los cálculos de las concentraciones se hicieron en función de la ecuación obtenida en la curva estándar según las indicaciones del fabricante (Biovendor Laboratorní, Modrice).

Por último, la concentración medida de las muestras y controles de calidad calculados a partir de la curva estándar se multiplicaron por su respectivo factor de dilución (x25 en CC16 y x11 en SP-D respectivamente), ya que las muestras y controles se diluyeron antes del ensayo.

### 6.3.3. Cuestionario de salud

Para identificar los problemas de salud percibidos en las dos piscinas donde la intervención tuvo lugar, los participantes respondieron a un cuestionario similar al utilizado en el estudio 2, en el que se valoraba con una escala likert 1-7 la frecuencia de percepción de problemas de salud (ANEXO VIII).

### 6.3.4. Parámetros de calidad en piscinas

Los parámetros de calidad de agua y aire de las dos piscinas en las que tuvo lugar el programa de entrenamiento fueron evaluados utilizando un fotómetro (Logivond Water Testing, Tintometer GmbH, Dortmund) y un termómetro portátil (Termómetro digital, Tfa Dostmann, Wertheim).

## 6.4. Definición de las variables

Tras haber explicado las diferentes test y pruebas realizados, las variables dependientes de este estudio son:

- Volumen espiratorio forzado en el primer segundo de los participantes (VEF1), expresado en litros (L).
- Capacidad vital forzada (VCF) de los participantes, expresada en litros (L).
- Flujo espiratorio forzado (FEF) de los participantes, expresado en litros por segundo (L/seg).
- Concentración de la proteína surfactante célula clara 16 (CC16) en plasma sanguíneo, expresada en microgramos por mililitro ( $\mu\text{g/L}$ ).
- Concentración de la proteína surfactante D (SP-D) en plasma sanguíneo, expresada en microgramos por mililitro ( $\mu\text{g/L}$ ).
- Frecuencia de percepción de problemas de salud en piscinas cubiertas, evaluado por escala likert 1-7.
- Concentración de cloro libre, cloro combinado y bromo en piscinas, expresado en miligramos por litro (mg/L).
- Nivel de pH en agua, expresado en unidades entre 1 y 14.
- Temperatura del agua y del vaso, expresada en grados centígrados ( $^{\circ}\text{C}$ ).

La única variable independiente tenida en cuenta referente a las características de la instalación ha sido el tratamiento químico utilizado en la desinfección. Sin embargo en función de otros estudios (Burillo et al., 2009; Corominas et al., 2009; Santa-Marina et al., 2009), hemos identificado otras variables contaminantes que pueden afectar a las variables dependientes relacionadas con la instalación y con la salud de los participantes no evaluadas en esta investigación, las cuales son las siguientes:

- Cantidad de cloro en el aire de la instalación.
- Nivel de ventilación.
- Cloraminas y trihalometanos en agua y ambiente.
- Número de bañistas.

### 6.5. Instrumentos de recogida de datos y materiales utilizados

Los instrumentos de recogida de datos y materiales utilizados no mencionados con anterioridad fueron los siguientes:

- Para la evaluación de la función respiratoria:
  - Espirómetro portátil, modelo Spirobank II (Medical International Research srl, Roma, Italia) (Figura 6.7).
- Para la extracción de sangre:
  - Agujas hipodérmicas 23y (BD Spain, Madrid).



Figura 6.7. Espirómetro portátil

- Material adicional de laboratorio utilizado.
  - o Pipetas de precisión para 100-1000 y 20-200 ml con puntas desechables.

## 6.6. Análisis de los datos

Los datos obtenidos se organizaron en una base de datos del paquete estadístico SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) 19.0 para Windows. Realizando las siguientes operaciones:

- Análisis Descriptivo de Variables. Cálculo de parámetros descriptivos: Media, mínimo, máximo, desviación típica, varianza.
- Prueba Kolmogorov-Smirnov. Para realizar la prueba de normalidad y comparar distribuciones no normales.
- Prueba ANOVA, para establecer las diferencias existentes al inicio de la investigación entre grupos.
- Prueba T para muestras relacionadas (paramétrica) y U de Mann-Withney (no paramétrica), que permite determinar si existen diferencias significativas entre medianas, y que proporciona indirectamente un indicador comparativo de las medias de las distribuciones, aplicando los métodos paramétricos o no paramétricos según la distribución obtenida a través de Kolmogorov-Smirnov.

## 6.7. Procedimiento de la investigación

Los participantes asistieron al Laboratorio de Fisiología del Ejercicio de la Facultad de Ciencias del Deporte de Toledo en dos ocasiones para realizar los test oportunos, uno al inicio de la intervención y otra al final de esta. A los participantes se les indicó que no asistieran a ninguna piscina (incluidos *spas*) al menos una semana antes del inicio del estudio y que realizaran su última sesión de entrenamiento un día antes del último test, además de seguir con su dieta normal. Entre cada intervención tuvo lugar un programa de entrenamiento cuyas características se detallan a continuación.

### 6.7.1. Programa de entrenamiento y valoración de parámetros de calidad en las piscinas

El programa de entrenamiento consistió en 2-3 sesiones no consecutivas por semana durante tres meses consecutivos, completando 20 sesiones en total. El objetivo de este entrenamiento fue la mejora técnica de los estilos de natación. La duración de cada sesión fue de 50 minutos con un volumen diario de  $500 \pm 300$  metros. Las sesiones tuvieron lugar en horario de tarde, entre las 19:30 y las 22:00. El tiempo total de exposición de los participantes en ambas piscinas fue de 1000 minutos. En una de las dos sesiones semanales se midieron los parámetros de calidad de la piscina en cada una de las dos piscinas.

### 6.7.2. Día de pruebas

En cada uno de los días de pruebas, los sujetos se presentaron en ayunas a primera hora de la mañana, y después de 15 minutos de descanso se les extrajo una muestra de sangre. Posteriormente, los sujetos realizaron una espirometría forzada para obtener los parámetros de función pulmonar. Además, en el segundo día de pruebas los participantes respondieron a una encuesta sobre la frecuencia de problemas de salud percibidos durante el entrenamiento, con una valoración de escala likert 1-7. El procedimiento completo de la investigación queda reflejado en la Figura 6.8.

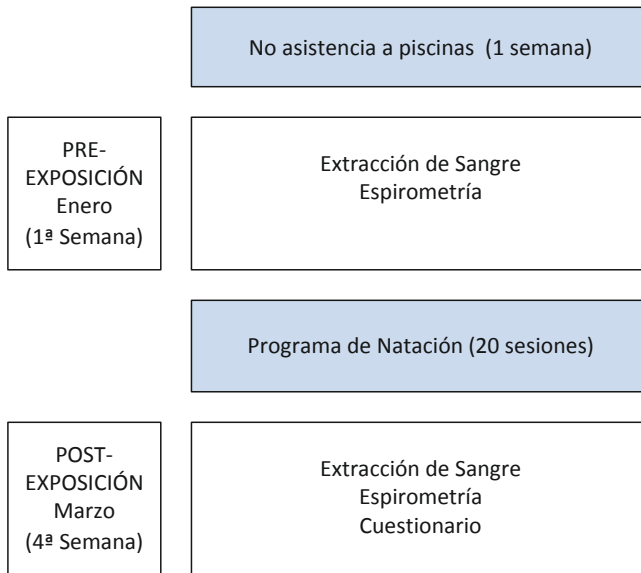


Figura 6.8. Procedimiento de la investigación

## 6.8. Presentación de los resultados

### 6.8.1. Características de las piscinas

Los valores medios obtenidos de concentración química en agua y la temperatura en ambas piscinas pueden observarse en la Tabla 6.5. Al ser piscinas con distintos tratamientos químicos no puede establecerse una comparación entre ellas. Por otra parte, los valores de pH, temperatura de agua y aire los valores se encuentran dentro de la Normativa Autonómica (Decreto 288/2007 por el que se establecen las condiciones higiénico sanitarias de las piscinas de uso público).

Tabla 6.5. Parámetros de calidad en piscinas cubiertas evaluadas. Media (s)

	Piscina de cloro	Piscina de bromo
Cloro Libre (mg/l)	1,1 (0,1)	-
Cloro combinado (mg/l)	0,4 (0,05)	-
Bromo total (mg/l)	-	1,8 (0,3)
pH	7,4 (0,2)	7,5 (0,1)
Temperatura aire (°C)	27,8 (1,5)	28 (1,2)
Temperatura agua (°C)	26,5 (0,5)	25,9 (0,8)

### 6.8.2. Encuesta de problemas de salud

Como puede observarse en la Tabla 6.6, los problemas de salud percibidos obtienen un valor bajo en la escala likert 1-7 en los nadadores de la piscina de cloro y en los nadadores de la piscina de ozono, con la excepción de la irritación de ojos en los nadadores de cloro y la sequedad de piel en ambos grupos de nadadores, que obtienen un valor medio. No se han encontrado diferencias significativas en los problemas de salud entre grupos, excepto en la irritación de ojos que es significativamente más alta en los nadadores de cloro ( $p < 0,05$ ).

Tabla 6.6. Frecuencia de problemas de salud percibidos por los nadadores durante el entrenamiento (escala likert 1-7). Media (s)

Síntomas	Nadadores Cloro (n=13)	Nadadores Ozono (n=13)	P
Irritación de ojos fuera del agua	2,1 (1,5)	1,4 (0,5)	0,204
Irritación de ojos en el agua	3,1 (2,3)	1,9 (1,3)	<b>0,026</b>
Irritación de piel	1,6 (0,9)	1,5 (0,6)	0,724
Sequedad de piel	3,4 (1,8)	2,8 (1,6)	0,656
Tos	1,3 (0,6)	1,4 (0,6)	0,762
Irritación de garganta	1,4 (0,7)	1,5 (0,7)	0,762
Dificultades respiratorias	1,2 (0,6)	1,1 (0,3)	0,724
Otitis	1,4 (0,7)	1,8 (1,4)	0,801

### 6.8.3. Cambios en los volúmenes y flujos pulmonares antes y después del programa de entrenamiento

En el análisis de los volúmenes respiratorios forzados, podemos observar en primer lugar que no existen diferencias entre grupos en todas las variables, antes o después del tratamiento (Tabla 6.7).

Tabla 6.7. Prueba ANOVA Post Hoc Bonferroni. Volúmenes espiratorios forzados

Variable dependiente	(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.
FVC PRE	CLORO	OZONO	-0,00538	0,42741	1,000
		CONTROL	-0,59462	0,42741	0,518
	OZONO	CLORO	0,00538	0,42741	1,000
		CONTROL	-0,58923	0,42741	0,530
	CONTROL	CLORO	0,59462	0,42741	0,518
		OZONO	0,58923	0,42741	0,530
FVC POST	CLORO	OZONO	-0,08077	0,43500	1,000
		CONTROL	-0,58231	0,43500	0,567
	OZONO	CLORO	0,08077	0,43500	1,000
		CONTROL	-0,50154	0,43500	0,770
	CONTROL	CLORO	0,58231	0,43500	0,567
		OZONO	0,50154	0,43500	0,770
FEV <sub>1</sub> PRE	CLORO	OZONO	0,05769	0,33455	1,000
		CONTROL	-0,44615	0,33455	0,572
	OZONO	CLORO	-0,05769	0,33455	1,000
		CONTROL	-0,50385	0,33455	0,422
	CONTROL	CLORO	0,44615	0,33455	0,572
		OZONO	0,50385	0,33455	0,422
FEV <sub>1</sub> POST	CLORO	OZONO	-0,07846	0,33201	1,000
		CONTROL	-0,57462	0,33201	0,276
	OZONO	CLORO	0,07846	0,33201	1,000
		CONTROL	-0,49615	0,33201	0,431
	CONTROL	CLORO	0,57462	0,33201	0,276
		OZONO	0,49615	0,33201	0,431
FEV <sub>1</sub> /FVC PRE	CLORO	OZONO	-0,285	1,781	1,000
		CONTROL	1,554	1,781	1,000
	OZONO	CLORO	0,285	1,781	1,000
		CONTROL	1,838	1,781	0,927
	CONTROL	CLORO	-1,554	1,781	1,000
		OZONO	-1,838	1,781	0,927
FEV <sub>1</sub> / FVC POST	CLORO	OZONO	-1,538	1,897	1,000
		CONTROL	-1,200	1,897	1,000
	OZONO	CLORO	1,538	1,897	1,000
		CONTROL	0,338	1,897	1,000
	CONTROL	CLORO	1,200	1,897	1,000
		OZONO	-0,338	1,897	1,000

Tras la intervención (Tabla 6.8), el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV1) aumenta significativamente en los nadadores de ozono tras el entrenamiento. La capacidad vital forzada (FVC) aumentó significativamente tanto en los nadadores de ozono como en los de cloro ( $p < 0,01$ ). El cociente entre ambos valores en porcentaje (FEV1/FVC) nos indica un descenso significativo producido en los nadadores de cloro tras la intervención ( $p < 0,05$ ). En el análisis de los flujos respiratorios forzados, el flujo espiratorio forzado promedio medido durante la mitad central de la FVC (FEF<sub>25-75</sub>) disminuyó significativamente en los nadadores de cloro ( $p < 0,05$ ), mientras que en los nadadores de ozono y en el grupo control no se produjeron cambios. Por último, el flujo

espiratorio forzado máximo (PEF) no ha tenido cambios en ninguno de los dos grupos de nadadores. El grupo control, por otra parte, no sufrió cambios significativos durante el periodo de la investigación en ninguno de los parámetros espirométricos analizados.

Tabla 6.8. Cambios en los volúmenes y flujos pulmonares antes (PRE) y después (POST) del programa de entrenamiento en adultos. Media (ds)

	PRE	POST	Diferencias	P
<b>Nadadores Cloro (n=13)</b>				
FEV <sub>1</sub> (L)	3,56 (0,75)	3,51 (0,72)	0,05 (0,09)	0,102
FVC (L)	4,25 (0,86)	4,35 (0,85)	-0,09 (0,09)	<b>0,003**</b>
FEV <sub>1</sub> /FVC (%)	83,18 (4,06)	80,87 (4,58)	2,31 (2,72)	<b>0,010**</b>
<b>Nadadores Ozono (n=13)</b>				
FEV <sub>1</sub> (L)	3,50 (0,65)	3,59 (0,67)	-0,09 (0,12)	<b>0,025*</b>
FVC (L)	4,26 (0,86)	4,43 (0,92)	-0,17 (0,19)	<b>0,007**</b>
FEV <sub>1</sub> /FVC (%)	83,47 (3,48)	82,41 (4,13)	0,92 (2,5)	0,117
<b>Grupo control (n=13)</b>				
FEV <sub>1</sub> (L)	4,00 (1,08)	4,09 (1,07)	-0,09 (0,21)	0,199
FVC (L)	4,85 (1,43)	4,93 (1,44)	-0,08 (0,22)	0,223
FEV <sub>1</sub> /FVC (%)	81,63 (5,52)	82,07 (5,66)	-0,44 (3,59)	0,647

\* La diferencia de medias es significativa al nivel 0,05

\*\* La diferencia de medias es significativa al nivel 0,01

### **6.8.3. Cambios en las concentraciones en plasma sanguíneo de las proteínas surfactantes CC16 y SP-D antes y después del programa de entrenamiento**

Como función de los resultados obtenidos en las concentraciones de SP-D y CC16, podemos observar que no existen diferencias entre grupos en todas las variables, antes y después del tratamiento (Tabla 6.9).

Tras la intervención no se observaron cambios significativos en ninguno de los grupos estudiados. Sin embargo, la concentración de CC16 en plasma sanguíneo aumentó significativamente en los nadadores de cloro ( $p < 0,01$ ). Este aumento también se produjo en los nadadores de ozono, pero no de forma significativa, al igual que en el grupo control (Tabla 6.10).



Tabla 6.9. Prueba ANOVA Post Hoc Bonferroni. Proteínas plasmáticas

Variable dependiente			Diferencia de medias (I-J)		
	(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO		Error típico	Sig.
SP-D PRE	CLORO	OZONO	-2,71711	32,27336	1,000
		CONTROL	-14,87944	32,27336	1,000
	OZONO	CLORO	2,71711	32,27336	1,000
		CONTROL	-12,16232	32,27336	1,000
	CONTROL	CLORO	14,87944	32,27336	1,000
		OZONO	12,16232	32,27336	1,000
SP-D POST	CLORO	OZONO	-4,35186	24,54858	1,000
		CONTROL	-5,92689	24,54858	1,000
	OZONO	CLORO	4,35186	24,54858	1,000
		CONTROL	-1,57503	24,54858	1,000
	CONTROL	CLORO	5,92689	24,54858	1,000
		OZONO	1,57503	24,54858	1,000
CC16 PRE	CLORO	OZONO	-,06348	0,96753	1,000
		CONTROL	0,65971	0,96753	1,000
	OZONO	CLORO	0,06348	0,96753	1,000
		CONTROL	0,72319	0,96753	1,000
	CONTROL	CLORO	-0,65971	0,96753	1,000
		OZONO	-0,72319	0,96753	1,000
CC16 POST	CLORO	OZONO	1,60991	1,38511	0,758
		CONTROL	2,94324	1,38511	0,122
	OZONO	CLORO	-1,60991	1,38511	0,758
		CONTROL	1,33333	1,38511	1,000
	CONTROL	CLORO	-2,94324	1,38511	0,122
		OZONO	-1,33333	1,38511	1,000

Tabla 6.10. Cambios en las concentraciones en plasma sanguíneo de las proteínas surfactantes CC16 y SP-D ( $\mu\text{g/L}$ ), antes y después del programa de entrenamiento. Media (s)

	PRE	POST	Diferencias	p
Nadadores Cloro (n=13)				
CC16	4,27 (3,29)	6,62 (5,15)	-2,35 (2,78)	<b>0,010*</b>
SP-D	98,51 (80,52)	97,73 (69,54)	0,78 (28,58)	0,923
Nadadores Ozono (n=13)				
CC16	4,33 (2,28)	5,01 (2,99)	-0,67 (1,33)	0,093
SP-D	101,23 (69,41)	102,08 (51,8)	-0,85 (52,29)	0,954
Grupo Control (n=13)				
CC16	3,61 (1,48)	3,68 (1,35)	-0,06 (1,22)	0,847
SP-D	113,39 (94,91)	103,66 (65,21)	9,73 (1,22)	0,354

\* La diferencia de medias es significativa al nivel 0,01



## **TERCERA PARTE: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

*En toda discusión, no es una tesis lo que se defiende sino a uno mismo.*

Paul Valéry



## CAPÍTULO VII

### Discusión de los Resultados

*Pretendes meterme esa idea en la cabeza, pero te advierto que yo no tomo mis ideas de los demás.*

James Joyce



## 7. Introducción

Este apartado recoge el contraste de los resultados más relevantes obtenidos en los estudios que componen esta investigación con otros hallazgos recabados en la literatura científica sobre la salud y gestión en piscinas cubiertas. Para ello, en este capítulo se presentan tres apartados correspondientes a cada uno de los estudios llevados a cabo.

### 7.1. Discusión 1: Análisis de las características de los tratamientos químicos según los encargados de mantenimiento de piscinas cubiertas

Los nuevos tratamientos del agua en piscinas han transformado en gran medida la forma de entender el mantenimiento y el trabajo de los profesionales dedicados a este fin en este tipo de instalaciones. Los resultados en otros estudios muestran una mayor viabilidad económica y calidad en la instalación con los nuevos tratamientos de ultravioleta, electrólisis salina y ozono (Fernández-Luna et al., 2012; Godò, 2010; Gomà, 2001, Idegis, 2010). Sin embargo, se hace necesario conocer la opinión de los expertos que trabajan a diario con estas sustancias para complementar en profundidad, en base a sus informaciones, dichos estudios de carácter cualitativo.

Para la discusión del primer estudio, este apartado se divide a su vez en cuatro subapartados correspondientes a los bloques de contenidos tratados en la entrevista realizada a los quince encargados de mantenimiento pertenecientes al muestreo teórico.

#### 7.1.1. Dimensión formación continua

La mayoría de los encargados de mantenimiento recibieron formación continua en su puesto de trabajo, encontrándose, según afirman, satisfechos de forma general con la formación recibida. Los encargados, sin embargo, agregan que dichos cursos de formación no han sido productivos al 100%, al no haberse dispuesto de un taller práctico y al no haber sido debidamente informados de los nuevos tratamientos químicos. Consecuencia de esto es que más de la mitad de encargados no conozcan el tratamiento por radiación ultravioleta. Asimismo, en un estudio cualitativo reciente, representantes de trabajadores de piscinas cubiertas han manifestado satisfacción con la formación recibida, pero inseguridad respecto a si es la formación más adecuada (Mapfre. Servicio de prevención, 2007).

Leal (2010) subraya la ausencia de una formación específica profesional de los encargados, los cuales en su mayoría han ido aprendiendo poco a poco su profesión dentro del mundillo de las piscinas; resalta Leal igualmente los costes que supone para la organización formar a los trabajadores desde cero. Este autor propone un modelo de

curso de formación que incluye los siguientes módulos básicos para el mantenimiento de instalaciones acuáticas (página siguiente).

Tabla 7.1. Módulos básicos de formación para encargados de mantenimiento en instalaciones acuáticas (Leal, 2010)

MÓDULO.	RESUMEN DEL CONTENIDO
Instalaciones acuáticas	Identificación de la piscina, sus componentes y funcionamiento. Guía de mantenimiento preventivo y correctivo
Prácticas de operaciones a realizar en la sala de máquinas	Conocimiento de los procedimientos a realizar en la sala de máquinas. Posibles inconvenientes y reparaciones necesarias que se dan en estos espacios
Mantenimiento sanitario	Estudio de las normativas higiénico-sanitarias vigentes.
Mantenimiento químico	Control de las sustancias químicas en agua. Diferentes tratamientos y sistemas de depuración
Mantenimiento de instalaciones con energía solar	Estudio de instalaciones sostenibles

A este resumen de los contenidos del curso podrían añadirse otros importantes bloques como la prevención de riesgos laborales (Borda et al., 2008; Mapfre: Servicio de Prevención, 2007) y aspectos para mejorar los bloques de contenidos, tales como los nuevos sistemas de obtención de energía sostenibles, como la biomasa (Conesa López, 2010) y la cogeneración como aporte de energía sostenible (Peralta Vargas, 2012).

Cabe destacar que en muchas de las instalaciones estudiadas no existe un equipo de operarios de mantenimiento formados al completo. Esta situación puede explicarse a partir de la variabilidad de los efectivos de personal en función del tamaño de la instalación, así de la existencia de contratos temporales en épocas de mayor afluencia (verano). Este último dato motiva también la crítica de muchos técnicos del sector en cuanto a la falta de formación de los empleados temporales. También es importante el hecho de que algunos de los operarios de mantenimiento se niegan a recibir formación sobre su puesto de trabajo o sobre riesgos laborales (Mapfre. Servicio de Prevención, 2007).

### **7.1.2. Dimensión planificación y gestión**

Todos los técnicos de mantenimiento están de acuerdo en que el control de los niveles químicos del agua es la principal vía de mejora de la calidad de la instalación. Otros aspectos nombrados son el tratamiento físico, la temperatura, el cuidado y reparación del equipo, la renovación del agua, así como la elaboración de protocolos de trabajo. Estas afirmaciones coinciden con estudios previos llevados a cabo en España (Corominas et al., 2009; Gomà, 2001; Santa-Marina et al., 2009) en los cuales los autores destacan los mismos aspectos, pero añaden otros como el control de cloro en el aire de la instalación y la medición de sustancias nocivas como los SPD. En lo tocante al aspecto de mejora de la calidad de la instalación a través de la gestión del agua, es importante



incidir en que solo dos de los encargados han establecido como elemento prioritario la elaboración de un correcto plan de mantenimiento. Se entiende como plan de mantenimiento el documento que recoge las acciones necesarias para conservar el equipamiento y las instalaciones en perfecto estado de uso, confort, higiene y seguridad durante todo el periodo útil de los mismos, con especificación de las tareas en cada caso (Gallardo y Jiménez, 2004). Se trata de un elemento indispensable para la gestión de la instalación, siendo exigido por todos los Decretos Autonómicos, aunque conviene subrayar que sólo ha sido tenido en cuenta por una minoría de los encargados de mantenimiento.

Es un caso bastante común que los profesionales que van a gestionar una instalación no participen en el diseño y planificación de ésta, como sucede en un estudio de Felipe (2011) en el que la mayoría de gestores deportivos no participaron en el diseño de los campos de césped artificial de sus municipios. En el caso de las piscinas cubiertas, la responsabilidad recae en proyectos pactados con el Gobierno Autonómico o con las empresas que suministran los productos y materiales que van a utilizarse en la construcción y mantenimiento (Mapfre. Servicio de Prevención, 2007). De esta manera, los resultados indican que sólo dos encargados de mantenimiento participaron en la elección del tratamiento químico. Las causas que determinan generalmente esta elección son de carácter económico. Sin embargo, otros encargados tienen en cuenta la reducción de problemas de salud e incluso la interacción con el rendimiento de los nadadores, sosteniendo que en las piscinas de ozono se flota más y por ello los nadadores pueden hacer mejores marcas. Esta afirmación puede basarse en la evidencia de que en los últimos Mundiales de Natación y Juegos Olímpicos se ha utilizado el tratamiento químico de ozono con residual de bromo como desinfectante. Este tratamiento ha sido la referencia desde los Mundiales de Natación celebrados en 2003 en Barcelona, donde se construyó una piscina desmontable en el Palau San Jordi (Riba, Mauri, Pérez, y Vila, 2006). Algunos de los entrevistados eran conscientes de este dato.

No hay estudios científicos, sin embargo, que asocien este tratamiento con la mejora de marcas. Una explicación ha sido propuesta por Xavier Vila, director técnico del proyecto de los mundiales de Barcelona: "Gracias al ozono se genera una sobresaturación cercana al 120 por ciento de oxígeno que beneficia al nadador" (Yunta, 2008). De otro lado, el sorprendente incremento de récords mundiales en las Olimpiadas de Pekín de 2008 y en los Mundiales de Roma en 2009, se relacionaron con la utilización de trajes de poliuretano (en algunos casos de cuerpo entero), los cuales disminuían la resistencia hidrodinámica (Foster, James y Haake, 2012). Debido a ello, la Federación Internacional de Natación (2010) prohibió el uso de estos trajes, publicando una lista de bañadores homologados. El efecto se observó de forma inmediata en las competiciones llevadas a cabo en 2010, donde no se registró récord mundial alguno (Figura 7.1, página siguiente). Esta situación cambió de forma progresiva, y ya que en los Juegos Olímpicos de Londres

2012 se han batido hasta nueve récords del mundo. Por todo ello, sería interesante analizar la calidad de agua y aire en piscinas con este tratamiento durante eventos competitivos, a efectos de comprobar si puede influir de forma determinante en el rendimiento del nadador.

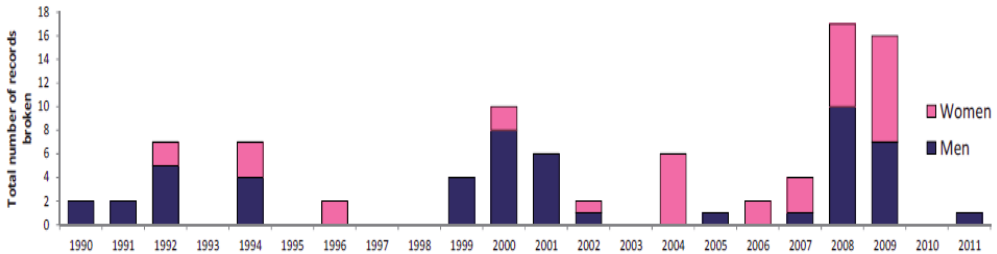


Figura 7.1. Récords mundiales realizados desde 1990 hasta 2011 (Foster, James y Haake, 2012)

Continuando con aspectos relacionados con la gestión de los tratamientos químicos, la efectividad de éstos depende de su poder desinfectante. A este respecto, la opinión unánime entre todos los entrevistados es que el tratamiento más efectivo es el ozono, seguido del cloro. La capacidad desinfectante del ozono es 3000 superior a la del cloro (Gomà, 2001), y sin embargo muchos de los encargados prefieren el tratamiento de cloro, a pesar de que otros tratamientos como la radiación ultravioleta tengan una mayor efectividad demostrada (Cassan et al., 2006). Se observa, por otra parte, que algunos encargados que trabajan con tratamientos de cloro y bromo cambiarían su tratamiento por uno combinado. Las razones aportadas se basan en el control de los parámetros, ya que la reducción de sustancia química en el agua permite un mejor control (Godò, 2010). Otro elemento es la viabilidad económica, que incluye el ahorro de agua, observado en otros estudios (Fernández-Luna et al., 2012; Godò, 2010; Idegis, 2010). Por último destacan la menor generación de cloraminas, que ha podido comprobarse en los estudios de Lee et al. (2008) y Cassan et al. (2006), disminución que puede derivar en la mayor seguridad de los usuarios y trabajadores.

Dentro del muestreo teórico, se registra un único caso de un encargado usando ozono que cambiaría su tratamiento por ultravioleta. En esta ocasión el argumento se basó en aspectos económicos y de facilidad de mantenimiento. El ozono es el tratamiento más desinfectante, pero su carácter venenoso y la prohibición por normativa de que exista una mínima concentración en el agua que retorna al vaso tras el proceso de desinfección, hace su utilización más compleja (Corominas, 2010; Gomà, 2001).

La mayoría de los encargados de mantenimiento consideran que los tratamientos químicos son corrosivos para los materiales de la instalación. El efecto dañino sobre determinados materiales de la piscina ha sido demostrada en otros estudios (Gomà,

2001) (Figura 7.2). Algunas impresiones de los entrevistados asocian los tratamientos complementarios con una mayor longevidad de la instalación, a causa de la reducción de compuestos químicos en el agua.



Figura 7.2. Corrosión ejercida por el cloro en una placa de acero tras 4 días (Gomá, 2001)

También es un elemento importante a destacar la mención por dos de los encargados de las diferentes características del agua en función de su ubicación geográfica (Font-Ribera, Esplugues et al., 2010), lo que explica los diferentes Decretos Autonómicos, y la variación de determinados parámetros como la conductividad, observándose grandes cambios incluso en plantas depuradoras de una misma ciudad (González de la Aleja, 2012).

La interacción del tratamiento químico con el tratamiento físico es desconocida por algunos encargados de mantenimiento, si bien la mayoría son conscientes de ella. En el caso particular del tratamiento de ozono, este es considerado como un floculante natural por su gran poder oxidante (Gomà, 2001), confirmándose esta afirmación en algunas instalaciones visitadas en las que no se utilizaba ningún floculante químico adicional. Sin embargo, también se encontraron piscinas en las que, a pesar de tener tratamiento de ozono, se utilizaba sulfato de alúmina. Por otra parte, al tratarse de piscinas cubiertas es más difícil que existan partículas de gran tamaño respecto a las piscinas descubiertas, en las que las medidas de higiene son menos restrictivas (el uso de gorro de baño no es obligatorio, los usuarios utilizan aceites y cremas corporales y pueden llegar al agua partículas en suspensión a través del aire). Aún más, otros encargados destacaron que el exceso de los floculantes químicos pueden perjudicar la calidad del agua al producir una mayor turbidez por un excesivo engrosamiento de las partículas (Borda et al., 2008; Conesa López, 2010).

En el aspecto económico, la mayoría de encargados coincide en que el tratamiento más rentable es el cloro y sus derivados. Sin embargo, existen investigaciones en las que algunos derivados del cloro resultan más caros a largo plazo que tratamientos

alternativos como la sal o combinados como la radiación ultravioleta, que a su vez son más económicos a largo plazo que todos los tratamientos de cloro (Godò, 2010; Idegis, 2010). La economía tiene una relación estrecha con la sostenibilidad de los tratamientos químicos, que ha sido comentada en otros estudios de carácter cualitativo, incidiéndose en la continua renovación de agua exigida por ley, así como en la cantidad de sustancias vertidas a la red de aguas (Mapfre. Servicio de Prevención, 2007). En este aspecto coinciden la mayor parte de los entrevistados, al indicar que los tratamientos complementarios que necesitan menor cantidad de sustancia química en el agua son más ecológicos.

### **7.1.3. *Discusión dimensión satisfacción***

La mayoría de encargados de mantenimiento se consideran tranquilos en lo que supone la manipulación continua de sustancias químicas. Sin embargo, hay seis operarios que consideran muy negativo tener contacto con sustancias químicas, coincidiendo con la opinión de los trabajadores entrevistados en el estudio del Servicio de Prevención Mapfre en piscinas (2007). Igualmente, en este documento, los profesionales de la piscina enuncian como queja principal la falta de una formación específica en la manipulación de químicos, así como la reclamación de un apoyo informático para el servicio de prevención. Un detalle importante es que de los seis trabajadores insatisfechos, tres trabajaban con cloro y tres con bromo, mientras que el resto tenían menos contacto con tratamientos químicos al utilizar tratamientos combinados o electrólisis salina. Los aspectos más incómodos de trabajar con sustancias químicas identificados fueron, en primer lugar, el olor, como expusieron 35 operarios en un estudio similar realizado en piscinas de cloro (Fernández-Luna, 2010), y, en segundo lugar, el contacto directo con las sustancias.

Los encargados de mantenimiento que trabajan con cloro y bromo piensan que la satisfacción de los usuarios puede volverse negativa en función del tratamiento químico utilizado, mientras que los encargados que trabajan con ozono, ultravioleta o electrólisis salina piensan que no influye, o bien que el uso de estos tratamientos puede suponer un aspecto positivo. Salvo en una instalación de electrólisis salina, la mayoría de instalaciones donde se realizaron las entrevistas abrieron sus puertas utilizando tratamientos de cloro y bromo, y por diversas causas cambiaron el tratamiento químico por tratamientos de ozono, cloro o electrólisis salina. Como consecuencia de ello, los encargados de mantenimiento percibieron en muchas ocasiones una mayor satisfacción, llegando al caso de que ciertos usuarios acudían expresamente por el tratamiento químico utilizado. Por otra parte, las reclamaciones de los usuarios en piscinas de cloro y bromo se basaban generalmente en la percepción de problemas de salud como en otros estudios epidemiológicos en piscinas cubiertas (Bowen et al., 2006; Fernández-Luna et al., 2011; Levesqué et al., 2006).

Según los encargados de mantenimiento de las piscinas de cloro y bromo, hay aspectos del tratamiento químico que pueden afectar negativamente a la satisfacción de los trabajadores a pie de piscina. El resto de encargados que trabajan con los otros tratamientos consideran que no afecta, o afecta positivamente como sucedió previamente al cuestionar a los usuarios. Los aspectos negativos que influyen en la satisfacción de los trabajadores son: la concentración de químico en el aire de la instalación, la temperatura y la falta de ventilación, coincidiendo con el estudio del Servicio de Prevención Mapfre realizado a socorristas (2007). Además, en este estudio podemos encontrar afirmaciones de los socorristas semejantes a las realizadas por los encargados de mantenimiento de nuestra investigación. Por su significación, Entresacamos dos de ellas: *“Estando en una piscina cubierta respiras un ambiente cargado durante muchas horas, no es lo mismo el bañista que esté una hora que tú que estás ocho. En algunos casos algunos trabajadores han acabado vomitando”*. *“Se está trabajando en un medio diferente con condiciones extremas (humedad y temperatura). Y eso se paga”*.

#### **7.1.4. Discusión dimensión problemas de salud**

La opinión sobre el causante de los problemas de salud que afectan a usuarios y trabajadores se encuentra dividida en los encargados, considerando que el causante son los propios productos químicos, o bien que se trata de un fallo en el control de los parámetros de calidad del agua establecidos. En la mayoría de estudios revisados para esta investigación se cumplían los parámetros de calidad de agua y ambiente establecidos por la legislación, y sin embargo el agua y el aire contenían sustancias nocivas para el ser humano (Burillo et al., 2009; Font-Ribera, Esplugues et al., 2010; Kogevinas et al., 2010; Santa-Marina et al., 2009). Por otra parte, tenemos constancia de estudios en los que un fallo humano en el control de sustancias ha generado problemas de salud en los usuarios (Agabiti et al., 2001; Almagro Nievas et al., 2008; Bonneto et al., 2006).

Los encargados que trabajan con cloro y bromo, y uno de los que trabajan con ultravioleta, piensan que es peligroso manipular el tratamiento químico. El contacto directo y la inhalación de sustancias químicas han sido identificados como las principales vías de riesgo para los operarios de mantenimiento tanto en este estudio como en otras investigaciones (Mapfre. Servicio de Prevención, 2007) (Figura 7.3). Caso distinto es el de los trabajadores de electrólisis salina, que manipulan apenas sal común, y los únicos químicos con los que pueden entrar en contacto son los reductores de pH, floculantes, alguicidas y productos de limpieza. Los trabajadores de ozono y ultravioleta trabajan con químicos, pero no en las mismas cantidades que en una instalación de cloro o bromo. Otro de los aspectos que pueden influir en esta consideración es la forma de trabajar

con sustancias químicas en función de la empresa o fabricante, ya que muchas de ellas trabajan con garrafas de un volumen indeterminado, mientras que otras llenan depósitos de sustancia química directamente desde un camión cisterna sin que el operario tenga que manipularla.

En la misma línea, una tercera parte de los encargados encuestados ha sufrido alguna vez un accidente, trabajando tres con cloro y dos con bromo. Los principales problemas han sido dermatológicos por contacto con la sustancia química. En el estudio cualitativo del Servicio de Prevención Mapfre (2007) los representantes de los trabajadores identificaron como principales accidentes el contacto con el tratamiento químico, además del estrés térmico y la hipersensibilidad bronquial al inhalar sustancias. Además estos trabajadores señalaron que las sustancias en polvo eran más peligrosas que las líquidas por su fácil expansión y contacto con el cuerpo.



Figura 7.3. EPIS utilizados en la manipulación de tratamientos químicos en piscinas (Corominas 2010)

Muchos de los problemas o accidentes mencionados previamente podrían ser evitados con el uso de los equipos de protección individual (EPIS). Los EPIS son elementos, como mascarillas o guantes, llevados o sujetos directamente por la persona y que tienen la función de protegerla contra riesgos específicos del puesto de trabajo (Mapfre. Servicio de Prevención, 2007) (Figura 7.4). En nuestro estudio comprobamos que la mayoría de los encargados aseguran que ni ellos ni su equipo cumplen con las medidas de seguridad establecidas por el INSHT, en que se incluye el uso de los EPIS. Las principales excusas están relacionadas con la incomodidad, aunque muchos de ellos son conscientes del riesgo al que están expuestos.

En el estudio del Servicio de Prevención Mapfre en piscinas (2007) se asocia la no utilización de los EPIS al calor que proporcionan estos equipos, especialmente en los meses de verano. Asimismo, en este estudio se critica la poca implicación en el problema de las administraciones y empresas, las malas condiciones laborales (en algunos casos hasta deben compartir EPIS) y la pasividad de algunos trabajadores, tirando literalmente las fichas de seguridad sobre las medidas que hay que aplicar con tratamientos químicos utilizados a la basura. Por ello se demanda la aplicación de un plan de prevención de riesgos y de actuación sobre accidentes que sea específico para el sector, como exponen Sánchez y Carmona (2010). A modo de ejemplo, mostramos la

ficha propuesta por el Servicio de Prevención Mapfre para los encargados de mantenimiento.

Tabla. 7.2. Fichas de Riesgo por puesto de trabajo. Encargado de Mantenimiento (Mapfre. Servicio de Prevención, 2007)

Descripción del puesto.	Está al frente de la producción coordinando toda la actividad laboral. Orienta y distribuye el trabajo entre el personal a su cargo siendo responsable de su rendimiento. Se responsabiliza de herramientas, útiles, materiales y suministros.		
Maquinaria y Herramientas utilizadas.	Herramientas y motores en general.		
Riesgos asociados al puesto de trabajo.	Inhalación o ingestión de sustancias nocivas. Contactos con sustancias cáusticas o corrosivas. Caídas de objetos por manipulación inadecuada de cargas. Pisada sobre objetos. Golpes y cortes por objetos o herramientas. Sobreesfuerzo.		
Características de los lugares de trabajo.	El lugar habitual es en las instalaciones acuáticas y en espacios cerrados, oficinas o despachos, donde desarrolle su actividad diaria.		
Formación.	Se deberá formar a los trabajadores sobre la correcta colocación de los equipos de protección individual. Se establecerá un plan de formación e información de los trabajadores, teniendo en cuenta los riesgos específicos de cada puesto de trabajo.		
Equipos de protección individual.	Guantes con marcado CE (CAT 1), Ropa con marcado CE (EN 340). Calzado con marcado CE, Botas con marcado CE, Mascarillas con marcado CE.		
Vigilancia de la salud.	Los trabajadores que ocupen este puesto de trabajo deberán someterse a una revisión médica anual voluntaria, que será por cuenta de la Empresa.		
Normas de actuación ante los riesgos asociados al puesto de trabajo.	Inhalación o ingestión de sustancias nocivas.	¿Qué puede producirlo? ¿Qué hacer para evitarlo?	El contacto con sustancias nocivas. Almacenar dichas sustancias en lugares cerrados y señalizados. Entregar a los trabajadores fichas de seguridad de los productos que se manipulen. Seguir las instrucciones que pone en las etiquetas de los productos.
	Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas.	¿Qué puede producirlo? ¿Qué hacer para evitarlo?	El contacto con sustancias cáusticas y/o corrosivas. Informar de la naturaleza de los productos utilizados. Entregar a los trabajadores fichas de seguridad de los productos que se manipulen. Seguir las instrucciones de las etiquetas de los productos.

Existen otras fichas de riesgo en función de los diferentes puestos de trabajo adaptadas por el Servicio de Prevención Mapfre para las piscinas (2007), incluyendo las referidas a maquinista, conductor, instalador de circuitos de depuración y fontanería, instalador de montajes eléctricos, almacenero, portero-conserje, socorrista y limpieza. Con arreglo a lo observado en nuestra investigación, los puestos referentes al mantenimiento, de acuerdo con el tamaño de la instalación, suelen solaparse en un equipo reducido o incluso en una sola persona, dependiendo a veces de un servicio externo para determinadas averías. Por tanto, los “operarios” o encargados realizan múltiples

funciones como almacenaje, limpieza, maquinista, etc., lo que demuestra que estos trabajadores polivalentes deberían conocer las medidas de prevención de cada una de las tareas realizadas, y no solo las propias de un único puesto de trabajo.

Como consecuencia de los accidentes sufridos por el colectivo, debido mayormente a su exposición a los tratamientos químicos, los encargados de mantenimiento entrevistados, incluidos algunos de los que trabajan con tratamientos combinados o electrólisis salina, consideran que son los más propensos a padecer problemas de salud. La segunda población que puede verse más afectada son los usuarios, y en último lugar los trabajadores a pie de piscina. Investigaciones recientes (Fantuzzi et al., 2010; Jacobs et al., 2007) contradicen esta información, mostrando que los trabajadores a pie de piscina presentan más síntomas respiratorios, oculares y dermatológicos que los maquinistas o encargados de mantenimiento. Por otra parte, otro estudio, llevado a cabo en España, demuestra que los nadadores poseen niveles más altos de trihalometanos en orina tras una hora de nado respecto a trabajadores a pie de piscina con cuatro horas de exposición (Caro y Gallego, 2008). Por tanto, no queda claro qué población se encuentra más expuesta a estos problemas: se precisa más investigación en esta línea.

Algunos encargados también diferencian entre nadadores de ocio y nadadores de rendimiento, dando de nuevo importancia al tiempo que pasan los segundos entrenando, por lo que pueden verse más afectados. Así, la mayoría de encargados piensan que el tratamiento químico puede afectar al rendimiento del nadador. Además de la hipótesis de la oxigenación de agua y ambiente expuesta anteriormente, los encargados opinan que el mayor limitador del rendimiento puede ser la inhalación continua de sustancia química en el ambiente de la instalación. Un estudio llevado a cabo por Edinger et al. (2004) determinó que se inhala una mayor cantidad de trihalometanos en la lámina de agua, por lo que esto puede mermar el rendimiento durante el nado. Además de esto, otros estudios han demostrado que las concentraciones de cloro en el ambiente de la piscina, medidas a escasos centímetros de la lámina de agua, son perjudiciales más allá de una exposición de cuatro horas (Burillo et al., 2009). Recientemente, en una entrevista realizada a la doble medallista olímpica Mireia Belmonte (Diario Marca, 2012), ésta afirmó que es “asmática y alérgica al cloro” y que en algunas ocasiones durante los entrenamientos cuando hay mucho cloro “tiene que detenerse porque se ahoga”.

Como última cuestión a tratar, los problemas de salud que aquejaron a usuarios, identificados por los encargados a lo largo de toda la entrevista, han sido los mismos que han sido expuestos previamente en la fundamentación teórica, destacando en primer lugar las reacciones alérgicas cutáneas (Basler et al., 2005; Lazarov et al., 2009), los problemas respiratorios (Bernard et al., 2007; Carbonelle et al., 2002; Font-Ribera, Kogevinas et al., 2010), la irritación de ojos (Bowen et al., 2007; Fernández-Luna et al.,



2011; Fantuzzi et al., 2010; Silvestri et al., 2012) y el posible padecimiento de cáncer (Kogevinas et al., 2010). Además, un encargado de mantenimiento destacó el aumento de conductividad como posible causa de la propagación de virus. Siendo la conductividad la propiedad que tiene el agua de dejar pasar a su través la corriente eléctrica, un incremento de dicha conductividad puede reflejar una excesiva concentración de productos utilizados en el tratamiento del agua (Lenntech, 2009), lo que quizá constituya un riesgo para la salud de los bañistas, pero no tiene por qué relacionarse directamente con la propagación de virus.

## **7.2. Estudio 2: Problemas de Salud percibidos por usuarios y trabajadores a pie de piscina en piscinas cubiertas de Castilla-La Mancha y Madrid**

Para la discusión de este segundo estudio, revisaremos en primer lugar los problemas de salud percibidos por trabajadores y usuarios para posteriormente analizar las diferencias entre los diferentes tratamientos.

### **7.2.1. Discusión de los resultados de la muestra de Usuarios**

#### *7.2.1.1. Resultados descriptivos de las variables métricas y nominales. Diferencias entre los grupos categóricos en función de las variables nominales*

Una cuarta parte del total de los usuarios encuestados asocia los problemas de salud al tratamiento químico. Este dato debe compararse con un estudio previo en el que se encuestó a usuarios de piscinas, obteniéndose que un 60% de la muestra relacionaba los problemas de salud percibidos con el tratamiento químico (Fernández-Luna et al., 2011), debido probablemente a que la muestra estuvo compuesta únicamente por usuarios de piscinas con tratamiento químico cloro. Por otra parte, el bajo porcentaje de usuarios que cambiarían el tratamiento químico concuerda con la alta satisfacción general encontrada. Sin embargo, los tratamientos elegidos a la hora de realizar un hipotético cambio son la electrólisis salina y el ozono, lo que se asocia a la baja satisfacción con los tratamientos de cloro (Fernández-Luna et al., 2011) y bromo, o bien a la creciente popularidad que están teniendo estos tratamientos químicos en el uso doméstico. Asimismo, existe un mayor consenso entre los usuarios sobre el cloro y el bromo a la hora de identificar la sustancia química como la causante de los problemas de salud percibidos. Esta afirmación se complementa con la evidencia de que el cloro es el único tratamiento químico en el que el número de sujetos que lo cambiaría es superior a los que no lo cambiarían.

La percepción de olor químico en la instalación y durante el nado, así como la incomodidad producida por este olor obtiene un valor medio (a veces, pocas ocasiones), lo que indica que la frecuencia de percepción no es constante. La concentración de químico en el aire de la instalación depende de muchos aspectos como la cantidad de

químico en el agua, el número de usuarios (Corominas et al., 2009; Santa-Marina et al., 2009), la intensidad del ejercicio de éstos (Agazzotti et al., 2002; Weng y Blatchley; 2011), pero especialmente depende de la ventilación y renovación de aire (Bowen et al., 2007; García Calzón, 2007; Gomà et al., 2010; Santa Marina et al., 2009). Por ello el olor puede variar en función de las propias características de la instalación, así como del mantenimiento, el momento del día y la afluencia de público.

Los problemas de salud más frecuentes percibidos en piscinas cubiertas por los participantes en la encuesta, en relación con los cinco tratamientos químicos, son la sequedad de piel y la irritación ocular, como sucede en otros estudios de salud efectuados sobre nadadores en piscinas con tratamiento químico cloro (Fernández-Luna et al., 2011). La explicación de la sequedad de piel puede ser debida al cambio de temperatura y a las largas duchas de agua caliente que tienen por costumbre tomar los nadadores tras el ejercicio (Basler et al., 2000). La irritación de ojos producida en piscinas cubiertas ha sido identificada en numerosos estudios en los que los entrevistados declaraban una asistencia regular a la piscina (Fernández-Luna et al., 2011; Lévesque et al., 2006; Silvestri et al., 2012), así como en ocasiones puntuales (Bowen et al., 2007), por lo que siempre es recomendable el uso de gafas protectoras durante el nado (Ishioka et al., 2008).

#### *7.2.1.2. Diferencias en las variables métricas en función de los tratamientos químicos utilizados en la piscina*

##### *- Dimensión sensaciones.*

Las sensaciones de olor y sabor químico son percibidas significativamente en mayor grado en piscinas con tratamiento de cloro. Este resultado puede analizarse desde diferentes perspectivas. Se observa, en primer lugar, que las piscinas que utilizan tratamientos químicos basados en el cloro tienen una mayor antigüedad que el resto de las piscinas analizadas y por tanto los niveles de ventilación pueden ser menos eficientes, lo que causa un número mayor de problemas (Bowen et al., 2007). En casos tales sería conveniente analizar el CO<sub>2</sub> presente en el aire de la instalación como indicador de una correcta renovación constante de aire (Corominas, 2009; Santa Marina et al., 2009). Por otra parte, el resto de tratamientos, en general más modernos, generan menos olores. Así, el bromo, reuniendo las mismas características desinfectantes que el cloro, cuenta con la ventaja de no emitir olor (Prominet, 2012). En cuanto a la electrólisis salina, además de destruir parte de las cloraminas, disminuye los olores y sabores químicos (Codina, 2006; Idegis, 2010). Finalmente, sucede algo parecido con los tratamientos combinados de ozono y ultravioleta, ya que es el mismo sistema de desinfección el que destruye las cloraminas, causantes de olores y sabores químicos desagradables (Cassan et al., 2006; Gomá, 2001).

- Dimensión problemas de salud

Los problemas de salud son percibidos de manera más habitual por los usuarios de piscinas de cloro respecto a los del resto de tratamientos. Esto es consecuencia de la generación de cloraminas y trihalometanos que dependen de diversos factores, destacando la afluencia de público y la utilización de un sistema desinfectante no efectivo (Aulestía et al., 2006; Freixa et al., 2005). Sólo mediante la oxidación, a través de generadores de ozono, la radiación de las lentes ultravioleta y la electrólisis salina, se destruyen estas sustancias cada vez que se produce el proceso de desinfección dentro de la recirculación del agua (Cassan et al., 2006; Lee et al., 2009). Con el bromo sucede algo semejante que con el cloro y se perciben en mayor grado estos problemas de salud respecto a los otros tratamientos combinados, ya que, a pesar de que la emisión de olores es menor y las bromaminas tienen menor impacto teórico en la salud, éstas producen irritación de ojos, cutánea, daños respiratorios, tos y sequedad de piel (Shannon y Woolf, 1999).

Los problemas de salud también son percibidos en los tratamientos combinados de ultravioleta y ozono y la electrólisis salina, aunque en menor grado, ya que su implantación supone una reducción en la concentración de cloro o bromo, que únicamente tienen un efecto residual en el agua (Borda et al., 2008; Conesa López, 2010; Godò et al., 2010; Gomà, 2001; Idegis, 2010; Lee et al., 2009). El ozono, no obstante, es considerado elemento tóxico y no está permitida su presencia en el agua y aire de la instalación. Un ejemplo de ello es que el ozono ambiental puede generar problemas respiratorios similares a los producidos en las piscinas con sistema de cloro (Lagerkvist et al., 2004), además de que genera subproductos de desinfección tras la oxidación de materia (Freixa et al., 2009, Lee et al., 2009).

- Dimensión satisfacción

El deterioro del traje de baño es percibido mucho más acusadamente en piscinas con tratamiento de cloro respecto al resto de tratamientos químicos. Esto se debe a que las concentraciones de cloro suelen ser más elevadas si éste no viene acompañado de un tratamiento físico-químico que lo complementa, lo que repercute negativamente en las materias textiles, como se ha observado en otros estudios de satisfacción en piscinas cubiertas de cloro (Fernández-Luna et al., 2011).

La satisfacción general con la calidad del agua es significativamente más alta en todos los tratamientos respecto al cloro, que obtiene una puntuación de “algo satisfecho”. Este resultado se ha observado en piscinas cubiertas donde se han implantado nuevos sistemas de depuración complementarios, y como consecuencia se ha mejorado la calidad del agua respecto a turbidez, nivel bacteriológico y pH (Cassan et al., 2006; Lee et al., 2009). Por otra parte, la electrólisis salina a pesar de ser cloro generado *a través*

*de sal*, obtiene la satisfacción más alta, a consecuencia de la sensación que se logra de agua marina por la sal contenida en el agua y también de la destrucción de SPD por el proceso de electrólisis (Codina, 2006; Idegis, 2010, Jacobs et al., 2007). Hay autores, sin embargo, que indican que tiene los mismos inconvenientes que el cloro (Medina y Jiménez Valenzuela, 2011), y se ha demostrado en diversos estudios que la generación de SPD puede ser incluso mayor que en una piscina clorada (Lee et al., 2009).

#### *7.2.1.3. Estudio comparativo entre variables métricas en función del resto de variables categóricas*

Nuestro estudio ha detectado una mayor frecuencia de percepción de sequedad de piel o xerosis en mujeres respecto a hombres, en lo que se coincide con otros estudios de salud percibida en piscinas cubiertas (Fernández-Luna et al., 2011). Una de las causas del aumento de xerosis, sin embargo, puede ser el uso excesivo de lociones corporales (Basler et al., 2002) capaces de afectar indistintamente a hombres y mujeres. No se han encontrado otros estudios específicos sobre salud percibida en nadadores que establezca diferencias en función del género, ya que esta variable suele ser sometida a ajuste.

Respecto a la mayor percepción de problemas de salud que se han observado en usuarios con una experiencia mayor de un año y habituales, estos resultados se complementan con estudios experimentales de carácter longitudinal que demuestran que los nadadores que han asistido y entrenado durante un periodo extenso de tiempo a la piscina cubierta son propensos a presentar síntomas y padecer problemas respiratorios y anafilácticos (Helenius et al., 2002). Los efectos de la duración de la exposición al tratamiento químico es una de las principales hipótesis planteadas por la mayoría de investigaciones en uno y otro ámbito, estableciéndose una relación directa entre tiempo de exposición y padecimiento de problemas de salud.

Para los usuarios que perciben con mayor frecuencia los problemas relacionados con sus dolencias previas, hemos de tener en cuenta la influencia de la actividad física en la anafilaxia y en los problemas respiratorios, que se puede ver incrementada por la presencia de SPD en agua (Drobnic, 2009) y ambiente, generados por un braceo y batido de mayor intensidad (Weng y Blatchley, 2011). Este último aspecto guarda relación con el hecho de que los problemas de salud sean percibidos principalmente en horario de tarde, ya que es el que cuenta con mayor afluencia (Medina y Jiménez-Valenzuela, 2011). Como contrapunto, el ambiente de la piscina cubierta ha sido considerado por otros autores como beneficioso para los nadadores con asma debido a la humedad presente, que evita el broncoespasmo (Matsumoto et al., 1999).

La percepción de problemas de salud en sujetos jóvenes respecto a adultos y ancianos puede ser explicada en base a diversos factores, siendo el principal la mayor asistencia de estos últimos a piscinas cubiertas desde la infancia lo que puede llevar al padecimiento de enfermedades respiratorias en la adolescencia y madurez por la exposición a los SPD (Bernard et al., 2007; Voisin, et al., 2010), ya los sujetos con mayor edad no han asistido a una piscina cubierta durante estas edades ya que antes no existía un número de instalaciones tan elevado como en la actualidad (Gallardo, 2006). No obstante, algunos autores exigen un mayor número de investigaciones para confirmar esta hipótesis (Font-Ribera et al., 2009; Goodman y Hays, 2008). Por otra parte, la mayoría de sujetos que se encuentran en esta franja de edad suelen desempeñar una actividad física más intensa en el medio acuático respecto a las poblaciones de ocio, y como consecuencia son susceptibles de inhalar una mayor cantidad de SPD (Carbonelle et al., 2006; Font-Ribera, Kogevinas et al., 2010).

#### *7.2.1.4. Relaciones entre variables y modelo de regresión*

La relación positiva existente entre los diferentes problemas de salud seleccionados para la encuesta de usuarios puede deberse a que ciertos sujetos tienen una mayor sensibilidad a biocidas no específicos como el cloro y el bromo (Drobnic, 2009), lo cual puede derivar en el padecimiento de distintos problemas de salud. La otra explicación reside en el vínculo entre diferentes afecciones, como es el caso de los problemas de piel con el dolor auditivo (Sander, 2001) y con los problemas respiratorios y alérgicos (Font-Ribera, Kogevinas et al., 2010). Finalmente, la relación negativa existente entre los problemas de salud percibidos y la satisfacción con el agua de la piscina puede interpretarse como una llamada de atención para los gestores deportivos y encargados de mantenimiento, sobre la importancia de una buena gestión del agua, que puede repercutir tanto en la viabilidad de la instalación como en la prevención de riesgos.

En función del modelo de regresión, los problemas auditivos constituyen el síntoma que incide negativamente en un mayor grado en la satisfacción general de los participantes. Los problemas auditivos tienen efectos a corto plazo, que pueden derivar en la ausencia obligada de la piscina por contraindicación médica, siendo la otitis externa el problema más común. Esta afección está producida por una maceración del conducto auditivo gracias a una excesiva limpieza y al efecto pernicioso de los compuestos incluidos en el agua (Wang et al., 2005). Los problemas que inciden negativamente en la satisfacción de los participantes, en segundo lugar, son los cutáneos, los cuáles varían desde afecciones leves como la xerosis, eritemas y el prurito, hasta la más seria dermatitis (Lazarov et al., 2005; Saint-Martory et al., 2008). La irritación de ojos es el factor que menos afecta en la satisfacción, lo que es debido al uso de gafas protectoras por la mayoría de usuarios, aunque estas también puedan desencadenar algún tipo de problema dermatológico, como el eritema en la órbita ocular, lugar de sujeción de estas gafas (Basler et al., 2000).

La percepción de problemas respiratorios es la variable que más influye en la asociación de problemas de salud al tratamiento químico de desinfección del agua. Numerosas investigaciones refutan este resultado, mostrando la presencia de problemas de este tipo (tos, ruido respiratorio, pérdida de voz, irritación de garganta, bloqueo, bronquitis) en piscinas cubiertas (Fernández-Luna et al., 2011; Lévesque et al., 2006). Asimismo, recientemente se ha correlacionado la presencia de todos estos síntomas y la probabilidad de padecer asma con la asistencia prolongada a piscinas cubiertas en adultos que practican natación como ocio (Ferrari et al., 2011).

### **7.2.2. Resultados del estudio de Trabajadores a pie de piscina**

#### *7.2.2.1. Resultados descriptivos de las variables métricas y nominales. Diferencias entre los grupos categóricos en función de las variables nominales*

Apenas una cuarta parte de los trabajadores a pie de piscina encuestados cambiarían el tratamiento químico utilizado en la piscina, y la mayoría desconocen los tratamientos alternativos al que es utilizado en su instalación. Sin embargo, observamos que los trabajadores a media jornada son los que cambiarían en mayor porcentaje el tratamiento. Este dato contradice a otros estudios en los que un mayor nivel de exposición conlleva al padecimiento de más problemas de salud en trabajadores (Fantuzzi et al., 2010; Jacobs et al., 2007). De esta manera, si tenemos en cuenta los diferentes tratamientos, los trabajadores a pie de piscina de las instalaciones donde se utiliza cloro, son los únicos que cambiarían su tratamiento en mayor porcentaje respecto a los que no lo cambiarían, demostrándose una vez más la mayor satisfacción existente con los tratamientos combinados o alternativos.

En los valores obtenidos de percepción, el olor químico y los problemas de salud, sequedad de piel, problemas respiratorios e irritación de ojos fuera del agua obtienen valores de frecuencia dentro de la franja de percepción “a veces”. La percepción de problemas de salud se asocia con determinados niveles de cloro en el aire interior de la piscina (The Chlorine Institute, 2002). Los síntomas respiratorios y la irritación de ojos y piel han sido reportados simultáneamente por un elevado porcentaje de trabajadores en piscinas cubiertas en estudios anteriores (Fantuzzi et al., 2010; Jacobs et al., 2007). Comparando los trabajadores a pie de piscina con poblaciones no asistentes, los primeros suelen presentar un mayor número de síntomas de asma, dificultad para respirar, opresión en el pecho y flemas en las vías respiratorias (Jacobs et al., 2007). La xerosis por su parte también ha sido identificada en otros estudios de percepción de problemas de salud como el tercer problema de dermatológico en trabajadores a pie de piscina, en este caso hidroterapeutas (Lazarov et al., 2005).

Los problemas auditivos (otitis externa) y la irritación de piel (eczema, irritación y prurito) obtienen los valores más bajos asociados al nivel de percepción “casi nunca”. Esto puede deberse a que muchos de estos trabajadores no establecen un contacto directo con el agua, ya que los monitores y entrenadores de perfeccionamiento se mantienen fuera del agua para dar las indicaciones. Lo mismo cabe afirmar de los socorristas, mientras que no sea necesaria su intervención, que al no entrar en contacto con el agua evitan la absorción de los SPD por la piel (Erdinger et al., 2004). Unos y otros evitan del mismo modo la maceración del conducto auditivo por la destrucción del cerumen con agua y SPD, que es la principal causa de otitis externa en nadadores (Wang et al., 2005). No obstante, la hipersensibilidad en la piel que tiene como consecuencia eritema o prurito ha sido identificada en otros estudios como una de las principales consecuencias de la asistencia a la piscina en trabajadores a pie de piscina (Lazarov et al., 2005).

#### *7.2.2.2. Percepción de problemas de salud en función de los tratamientos químicos utilizados en la piscina*

##### *- Dimensión Percepciones*

El olor químico es percibido con mayor frecuencia en las piscinas con tratamiento químico cloro y electrólisis salina, respecto a aquellas en que se usa ultravioleta, ozono y bromo. Las piscinas de bromo generan menos olores (Prominet, 2012), y además éste suele ser el tratamiento que acompaña a las piscinas de ozono (Riva et al., 2006). Por su parte, la radiación ultravioleta reduce el consumo de productos químicos (Godò, 2010) además de disminuir la presencia de SPD en agua (Cassan et al., 2006), lo que puede explicar la menor percepción de olor en las instalaciones que utilizan este sistema.

##### *- Dimensión problemas de salud*

La reducción de producto químico que conlleva la utilización de tratamientos alternativos de ultravioleta y ozono (Cassan et al., 2006; Gomà, 2001; Godò, 2010; Lee et al., 2009) puede afectar a la concentración de cloro o bromo en el ambiente de la piscina, a la formación de SPD y, por ende, a la percepción de problemas de salud. Los trabajadores a pie de piscina desempeñan la mayor parte de su jornada fuera del vaso. Por ello, una de las molestias más importantes que padecen es la irritación de ojos fuera del agua. Este problema es percibido con mayor frecuencia en las piscinas de cloro y bromo. Los trabajadores a pie de piscina perciben idéntica frecuencia de problemas de salud en los usuarios que asisten a piscinas tratadas con dichos productos. Estos resultados tienen como consecuencia que los trabajadores a pie de piscina en instalaciones de cloro y bromo consideren en mayor grado que los tratamientos son peligrosos para los usuarios respecto a los trabajadores de instalaciones con otros tratamientos.

- Dimensión satisfacción

En la satisfacción general de los trabajadores con el agua de la piscina se observan los mismos resultados que en el estudio de usuarios. Los trabajadores se encuentran menos satisfechos en las piscinas de cloro respecto al resto de tratamientos, probablemente por la menor eficacia desinfectante del cloro y el bromo respecto a otros tratamientos (Cassan et al., 2006; Gomá, 2001), a lo que se une una mayor percepción de problemas de salud por causa de dichos elementos químicos.

*7.2.2.3. Diferencias en las variables métricas en función del resto de variables categóricas*

Siguiendo a Drobic (2009), existen personas más sensibles que otras a determinados biocidas. Por ello, los trabajadores a pie de piscina perciben en mayor grado el olor químico en función de si son alérgicos a algún producto químico o no. La incomodidad respecto al olor químico durante el trabajo va aumentando conforme aumenta la edad y los años de exposición al producto. Como se indicó previamente, los trabajadores a pie de piscina pasan la mayor parte del tiempo en el exterior del vaso, por ello son los sujetos más expuestos al cloro o bromo suspendido en el aire de la instalación, aunque no por la cantidad de productos inhalados, ya que son los deportistas, al aumentar su frecuencia respiratoria, los que absorben más SPD (Aggazzotti et al., 2002; Caro y Gallego, 2008; Edinger et al., 2004). Los trabajadores son los más expuestos por la mera duración de la exposición (Fantuzzi et al., 2010; Jacobs et al., 2007; Thickett et al., 2002). De esta manera, se explica que los sujetos con mayor antigüedad se encuentren más incómodos en su puesto.

Respecto a la edad, sucede lo contrario respecto a la muestra de usuarios, los cuáles se sienten más incómodos cuanto más jóvenes son, debido a la intensidad del ejercicio realizado dentro del agua (Carbonnelle et al., 2002; Font-Ribera, Kogevinas et al., 2010). Este mismo caso cabría aplicarlo a los trabajadores a pie de piscina, ya que los monitores y entrenadores de natación realizan una actividad física ligera o moderada en el caso de que se introduzcan en el agua durante su jornada laboral. A causa de ello, pueden sentirse más incómodos conforme aumenta su edad y sus años de dedicación, ya que su condición física también se ve mermada con el paso de los años.

La afluencia de nadadores afecta directamente a la formación de SPD (Aggazzotti et al., 2002; Weng y Blatchley, 2010), por lo que la percepción de incomodidad debería aumentar en horario de tarde. No obstante, en el caso de los trabajadores a pie de piscina, la incomodidad es mayor en horario de mañana, lo que sólo puede ser explicado por un mal control de los parámetros del agua y ambiente, o una mala ventilación (Bowen et al., 2007).



En lo tocante a la percepción de problemas de salud debemos destacar que la sensibilidad a la irritación de ojos dentro del agua, la irritación y sequedad de piel, y los problemas auditivos aumenta a partir de los dos años de exposición continuada. La irritación de ojos y la irritación de piel son síntomas característicos de los trabajadores a pie de piscina como consecuencia de la exposición a los SPD, siendo percibidos en mayor porcentaje por éstos respecto a los trabajadores de otras dependencias de la instalación, como conserjes, operarios, encargados y camareros (Fantuzzi et al., 2010). No tenemos constancia de estudios en los que se hayan tenido en cuenta los problemas auditivos en trabajadores a pie de piscina, por lo que estos pueden ser consecuencia o bien de los cambios bruscos de temperatura o de la excesiva limpieza del cerumen cuando se introducen en el agua (Wang et al., 2005).

La mayor sensibilidad de ciertas personas a determinados biocidas y la relación existente entre síntomas expuesta previamente puede explicar que los trabajadores a pie de piscina con problemas de salud previos y/o alergias a compuestos químicos, tienden a percibir con mayor frecuencia los olores e incomodidad en su puesto de trabajo. En este caso, los usuarios con problemas dermatológicos perciben la irritación de ojos fuera del agua, la irritación de piel y los problemas auditivos con mayor frecuencia que los sujetos sanos, sucediendo lo mismo con la irritación de ojos fuera del agua en sujetos alérgicos.

Por otra parte, la edad de los trabajadores influye únicamente en la percepción de problemas auditivos, siendo los sujetos mayores de 45 años los que perciben con mayor frecuencia este problema. Al no contarse con referencias sobre este problema en trabajadores a pie de piscina, la afección de oído puede atribuirse a infecciones a causa de la introducción en el agua, la sensibilidad de los sujetos o a la interacción con enfermedades cutáneas (Sander, 2001).

En el bloque de satisfacción, la mayor percepción de problemas de salud con una experiencia mayor de dos años se relaciona con el sentimiento de peligrosidad del tratamiento químico. El efecto corrosivo del cloro ha sido observado en otros estudios (Gomá, 2001) y una mayor experiencia en el puesto de trabajo puede generar una mayor percepción del deterioro de la instalación, si el mantenimiento no es el adecuado. Por otra parte, la satisfacción más baja con el agua puede ser consecuencia especialmente de la incomodidad respecto al olor químico y los problemas de salud percibidos durante una exposición larga al tratamiento químico. Se da el mismo caso en los trabajadores a pie de piscina con alguna enfermedad respecto a los trabajadores sanos, encontrándose aquellos menos satisfechos y considerando el tratamiento peligroso a causa del posible agravamiento de su dolencia.

La jornada laboral únicamente influye en la percepción de problemas de salud o quejas de los usuarios de la instalación. Esta afirmación es obvia, ya que cuánto más tiempo

pasa un socorrista en la instalación, más intervenciones y curas debe realizar. Sucede lo mismo con los monitores/entrenadores con una gran cantidad de alumnos. Como último aspecto a tratar, la mayor presencia de SPD en función de la mayor afluencia (Aggazzotti et al., 2002, Edinger et al., 2004; Jacobs et al., 2007), que tiene lugar en horario de tarde, genera una mayor insatisfacción en los trabajadores que cumplen su jornada laboral en esta franja horaria.

#### *7.2.2.4. Relaciones entre variables y modelo de regresión*

En el modelo de regresión, al contrario de lo sucedido en la muestra de usuarios, no todas las variables son predictivas en los aspectos de satisfacción general con el agua de la piscina y “considera el tratamiento peligroso”. Así, las variables predictivas de la satisfacción general con el agua de la piscina son la percepción de olor en primer lugar, seguida de los problemas respiratorios y en el último lugar la irritación de ojos dentro del agua, mientras que en “considera el tratamiento peligroso” las únicas variables predictivas son la percepción de olor en primer lugar, seguida de los problemas respiratorios. Euro Chlor (2012), la exposición prolongada al cloro ambiente comienza con una detección olfativa, pero puede pasar a generar incomodidad y problemas de salud en función de la concentración del cloro y el tiempo de exposición. Por otra parte, los problemas respiratorios son algunos de los principales problemas identificados en trabajadores a pie de piscina en otros estudios (Fantuzzi et al., 2010; Jacobs et al., 2007, Massim et al., 1998; Thickett et al., 2002) teniendo todos elementos como punto en común la influencia de los SPD volátiles (cloraminas y trihalometanos) en la salud respiratoria.

La relación positiva existente entre los diferentes problemas de salud seleccionados para la encuesta de trabajadores a pie de piscina puede deberse a la sensibilidad general de los trabajadores al tratamiento químico, que puede desembocar en el padecimiento de diversas afecciones asociadas a la exposición, así como en la interacción entre unas afecciones y otras. Finalmente, el coeficiente de relación negativo existente entre los problemas de salud percibidos y la satisfacción general con el agua de la piscina, al igual que ocurría en la muestra de usuarios, es una prueba más de la gran importancia del tratamiento del agua en la correcta gestión de la piscina.

#### *7.2.3. Diferencias entre los usuarios y trabajadores a pie de piscina*

La mayor percepción de problemas de salud en trabajadores a pie de piscina respecto a usuarios, así como su satisfacción más baja con el agua de la piscina, contradice numerosos estudios en los que se ha demostrado que la presencia de SPD en el organismo es superior en los nadadores respecto a los sujetos que no se introducen en la piscina (Aggazzotti et al., 1998; Caro y Gallego, 2007; Edinger et al., 2004). Por ello, la causa determinante parece ser el tiempo de exposición (Bernard et al., 2007; Fantuzzi et

al., 2010; Jacobs et al., 2007; Helenius et al., 2002; Nickmilder y Bernard, 2007). Este último dato concuerda con la mayor percepción de problemas de salud y la satisfacción baja de los nadadores federados, ya que son la segunda población que pasa más horas dentro de la piscina cubierta, además de realizar ejercicios de intensidad que pueden incrementar la inhalación de sustancias nocivas (Carbonelle et al., 2002; Font-Ribera, Kogevinas et al., 2010).

Como solución a estos problemas, ya que los nadadores de rendimiento, socorristas y monitores necesitan pasar muchas horas en la piscina, se deben tomar medidas para minimizar los efectos negativos de las sustancias. Dichas medidas deben comenzar con una buena ventilación y renovación del aire, un control exhaustivo de los parámetros químicos del agua y la aplicación de métodos de desinfección complementarios (ozono y ultravioleta) que reduzcan la cantidad de sustancia química y SPD en agua y ambiente.

### **7.3. Estudio 3: Cambios a corto plazo de la función respiratoria y permeabilidad pulmonar de nadadores en piscinas con diferentes tratamientos (Cloro vs. Ozono)**

El programa de natación aplicado en el estudio consistió en 20 sesiones de 50 minutos, hallándose que el incremento en los volúmenes espiratorios forzados fue similar en los nadadores de la piscina de cloro y de ozono. Los resultados de este estudio indican, por otra parte, que nadar en una piscina clorada está asociado al incremento de la concentración basal de la proteína CC16, mientras que no se observaron cambios en la concentración de CC16 en los nadadores de la piscina de ozono. Aún más, se detectó una mayor frecuencia en la irritación de ojos en los nadadores de la piscina donde se utilizaba cloro.

Los programas de entrenamiento en agua tienen un efecto positivo en la función pulmonar de los adultos, produciéndose un incremento de los volúmenes espiratorios (Arandelovic et al., 2007). Partiendo de la misma base (no existieron diferencias entre grupos antes de la intervención), los nadadores de la piscina de ozono aumentaron en los volúmenes (FEV1 y FVC), mientras que los nadadores de cloro incrementaron su FEV1, demostrando que la intervención fue eficiente. No obstante, a pesar de que el porcentaje de FEV1/FVC haya descendido significativamente en los nadadores de cloro éste no se encuentra dentro de los límites obstructivos por debajo del 75% (Miller et al., 2005). Tras el entrenamiento no se observaron diferencias en los volúmenes espiratorios forzados entre las tres poblaciones, debido probablemente a la brevedad del programa.

Por otra parte, una exposición accidental al cloro gas puede causar descensos significativos en los volúmenes espiratorios forzados asociados a obstrucción de vías aéreas (Almagro Nievas et al., 2008; Bonetto et al., 2006), en nuestro estudio se debe desechar esta posibilidad debido a que los parámetros de temperatura y sustancia

química fueron evaluados, encontrándose dentro de los límites establecidos por la legislación.

El hecho de que la sequedad de piel obtenga el mayor valor en la escala de percepción likert 1-7 en comparación con el resto de síntomas estudiados coincide con estudios previos sobre problemas de salud percibidos en piscinas cubiertas (Fernández-Luna et al., 2011) y trabajadores a pie de piscina (Lazarov et al., 2005). Este problema es especialmente percibido durante los meses de invierno (el estudio fue realizado entre los meses de enero y marzo), siendo su causa la combinación de la dilución del sebo natural de la piel, y el gradiente osmótico producido cuando el cuerpo se introduce en el agua, provocando la sequedad de las capas externas de la piel (Basler et al., 2000). En cambio, sólo la irritación de ojos fue percibida más a menudo en la piscina de cloro que en la de ozono. Esto puede ser debido a la mayor generación de SPD producida en las piscinas de cloro, mientras que el ozono elimina cloraminas y trihalometanos durante el proceso de desinfección (Lee et al., 2009).

Recientemente, bio-marcadores en sangre del daño al epitelio pulmonar han sido usados en estudios no invasivos sobre los efectos de los subproductos de desinfección en la salud. Los cambios en la concentración de la proteína CC16 han sido descritos previamente en otros estudios tras una única sesión de natación en una piscina clorada (Bernard et al., 2003; Carbonnelle et al., 2002, 2008; Font-Ribera, Kogevinas et al., 2010), pero no en una piscina con tratamiento químico de ozono. En este estudio, la ausencia de cambios en este bio-marcador demuestra que un programa de natación de 20 sesiones realizado en una piscina tratada con ozono no afecta a la integridad del epitelio pulmonar. De esta manera, ya que todos los participantes (nadadores en piscina de cloro y ozono) realizaron un volumen semejante de entrenamiento, puede establecerse que las piscinas tratadas con ozono podrían producir un impacto más bajo en la permeabilidad del epitelio pulmonar de los nadadores tras un programa de entrenamiento a corto plazo (como las clases de enseñanza de natación). Este dato está en concordancia con la relación entre los problemas respiratorios y la presencia de SPD en aire y ambiente de piscinas cubiertas, que es mayor en piscinas cloradas respecto a piscinas donde se utiliza ozono (Lee et al., 2009).

Otros estudios han asociado el incremento de la concentración de CC16 en suero y orina de los nadadores de competición con la intensidad de la actividad física realizada en el agua, que supone una mayor hiperventilación durante el ejercicio intenso (Carbonnelle et al., 2002; Font-Ribera et al., 2009; Romberg et al., 2011). Aunque en nuestro caso, la intensidad de la actividad física no fue alta, ya que el objetivo del programa era mejorar la técnica de los estilos y no fueron incluidos ejercicios de entrenamiento.

Coincidiendo con los resultados obtenidos, Font-Ribera, Kogevinas et al. (2010) no encontraron cambios en la concentración basal de la proteína SP-D en el suero sanguíneo de nadadores, probablemente por el mayor peso molecular de la proteína SP-D (130 KDa) (Kishore et al., 2006), en comparación con el peso molecular de la proteína CC16 (16 KDa) (Broeckaert et al., 2000), lo que puede que no permita la difusión pasiva de la molécula a través de la barrera del epitelio pulmonar. En otros estudios, se encontraron diferencias en las concentraciones de otras proteínas surfactantes (SP-A y SP-B) después de una exposición corta en una piscina de cloro en nadadores de ocio y rendimiento, pero no tras la misma exposición en una piscina de ionización cobre-plata (Carbannelle et al., 2002-2008). Del mismo modo, se observó un incremento significativo en la concentración en suero de SP-A y SP-B en adultos tras una hora en el borde de la piscina sin nadar (Carbannelle et al., 2002), mientras que no se hallaron diferencias en la concentración sérica de SP-D en niños que habían asistido durante la lactancia a una piscina cubierta y niños que no lo habían hecho (Bernard et al., 2007). En cualquier caso, en nuestro estudio no se han encontrado diferencias en las proteínas plasmáticas entre las poblaciones antes y después de la intervención.

Este es el primer estudio, que nosotros tengamos noticia, que ha comparado los cambios en la concentración de CC16 y SP-D en plasma de nadadores después de un periodo corto de entrenamiento en piscinas de cloro y ozono. Muy pocos estudios han evaluado las consecuencias que tienen para la salud los programas de natación realizados en piscinas con diferentes tratamientos, utilizando tests de función respiratoria y bio-marcadores del daño pulmonar. El principal hallazgo del nuestro ha sido una concentración mayor en plasma de la proteína CC16, además de una mayor irritación de ojos, en una piscina tratada con cloro en comparación con los resultados en una piscina tratada con ozono, tras un periodo corto de entrenamiento.



## CAPÍTULO VIII

### Conclusiones del Estudio

*Mirad arriba, a las estrellas. No a vuestros pies.*

Stephen Hawking





## 8. Introducción

Una vez presentados los resultados obtenidos en las tres investigaciones, y realizadas sus respectivas discusiones, en este capítulo vamos a presentar las conclusiones finales extraídas del estudio, así como el contraste de las hipótesis redactadas en el planteamiento del problema. Por último se incluyen las limitaciones del estudio, así como las futuras líneas de investigación.

Las conclusiones, con el fin de facilitar la comprensión del trabajo para los lectores., están divididas en los siguientes apartados y sub-apartados pertenecientes a los tres estudios realizados:

### 8.1. Contraste de las hipótesis planteadas

A continuación se presentan la confirmación o refutación de las hipótesis planteadas para los estudios 2 y 3 en el planteamiento del problema.

Referente al Estudio 2. Problemas de Salud percibidos por usuarios y trabajadores a pie de piscina en piscinas cubiertas de Castilla-La Mancha y Madrid. Se plantearon las siguientes hipótesis de investigación.

***Hipótesis 1ª.- Los nadadores con problemas de salud previos perciben significativamente con mayor frecuencia problemas de salud que los nadadores sanos.***

- Se confirma la hipótesis.
- Existe una percepción mayor de los sujetos con patologías previas en los problemas de salud asociados a su dolencia respecto a los sujetos sanos

***Hipótesis 2ª.- Los nadadores de rendimiento perciben significativamente con mayor frecuencia problemas de salud respecto a los nadadores de ocio.***

- Se confirma la hipótesis.

***Hipótesis 3ª.- Los nadadores con más experiencia perciben significativamente más a menudo problemas de salud.***

- Se confirma la hipótesis.
- Hay una mayor percepción de problemas de salud de los usuarios que pasan o han pasado más tiempo en la instalación, como los nadadores de rendimiento.

***Hipótesis 4ª.- La satisfacción con el agua de la piscina es significativamente más baja en los nadadores con mayor experiencia.***

- No se confirma la hipótesis.

- La satisfacción no se ve afectada por la experiencia de los nadadores.

***Hipótesis 5ª.- Los usuarios perciben significativamente con mayor frecuencia problemas de salud en las piscinas con tratamientos tradicionales (cloro y bromo) respecto a las piscinas con tratamientos alternativos o complementarios (electrólisis salina, ozono y ultravioleta)***

- Se confirma la hipótesis.
- Los problemas oculares, dermatológicos, respiratorios y auditivos son percibidos por los usuarios con mayor frecuencia en las piscinas con tratamientos tradicionales de cloro y bromo.

***Hipótesis 6ª.- La satisfacción con el agua de la piscina de los usuarios es significativamente más baja en las piscinas de cloro y bromo que en el resto de los tratamientos químicos***

- Se confirma la hipótesis.
- Los usuarios de las piscinas de cloro y bromo obtienen una satisfacción más baja con la calidad del agua de la piscina.

***Hipótesis 7ª.- La percepción de olor químico es significativamente mayor en la piscina de cloro respecto al resto de tratamientos en usuarios y trabajadores a pie de piscina.***

- Se confirma la hipótesis.
- Usuarios y trabajadores de las piscinas de cloro perciben con mayor frecuencia el olor químico en la instalación.

***Hipótesis 8ª.- Existe una correlación significativamente negativa entre la satisfacción con el agua de la piscina y la percepción de problemas de salud en trabajadores y usuarios.***

- Se confirma la hipótesis
- La satisfacción con la calidad el agua de la piscina tiene una relación negativa con todos los problemas de salud en ambas muestras.

***Hipótesis 9ª.- Los trabajadores a pie de piscina con problemas de salud previos perciben significativamente con mayor frecuencia los problemas de salud que los trabajadores sanos.***

- No se confirma la hipótesis
- Los trabajadores con problemas cutáneos y alérgicos perciben con mayor frecuencia algunos problemas de salud, pero no los trabajadores con problemas respiratorios.

***Hipótesis 10ª.- Los trabajadores a pie de piscina con más experiencia perciben significativamente más a menudo problemas de salud.***

- Se confirma la hipótesis
- Los trabajadores con más de dos años de experiencia perciben con mayor frecuencia la irritación de ojos, la irritación y sequedad de piel, y los problemas auditivos.

***Hipótesis 11ª.- Los trabajadores a jornada completa perciben significativamente con mayor frecuencia más problemas de salud que los trabajadores a media jornada.***

- No se confirma la hipótesis.
- Los trabajadores a pie de piscina no muestran diferencias en la percepción de problemas de salud en función de su jornada laboral.

***Hipótesis 12ª.- Los trabajadores de piscinas de cloro o bromo tienen una satisfacción con el agua de la piscina significativamente más baja al resto de tratamientos.***

- No se confirma la hipótesis.
- Los trabajadores a pie de piscina obtienen una satisfacción con el agua de la piscina más baja respecto al resto de tratamientos, lo que no sucede con los trabajadores de las piscinas de bromo.

***Hipótesis 13ª.- Los trabajadores perciben significativamente con mayor frecuencia problemas de salud en las piscinas con tratamientos tradicionales (cloro y bromo) respecto a las piscinas con tratamientos alternativos o complementarios (electrólisis salina, ozono y ultravioleta).***

- Se confirma la hipótesis.
- Los trabajadores a pie de piscina perciben con mayor frecuencia problemas oculares y dermatológicos.

***Hipótesis 14ª.- Existen diferencias significativas en la percepción de problemas de salud entre usuarios y trabajadores a pie de piscina, siendo mayor la percepción en trabajadores.***

- Se confirma la hipótesis.
- Los trabajadores a pie de piscina perciben con mayor frecuencia todos los problemas de salud respecto a los usuarios.

Referente al Estudio 3. Cambios a corto plazo de la función y permeabilidad pulmonar de nadadores en piscinas con diferentes tratamientos (Cloro vs. Ozono)

**Hipótesis 1ª.- La proteína CC16 tendrá un aumento de concentración en plasma sanguíneo significativamente mayor en los nadadores de la piscina de cloro respecto al aumento producido en los nadadores de ozono tras el programa de natación de 3 meses.**

- Se confirma la hipótesis.
- La concentración de CC16 en plasma sanguíneo incrementó de forma significativa en los nadadores de la piscina de cloro. Mientras que en el grupo de ozono no se produjeron cambios.

**Hipótesis 2ª.- La proteína SP-D tendrá un aumento de concentración en plasma sanguíneo significativamente mayor en los nadadores de la piscina de cloro respecto al aumento producido en los nadadores de ozono tras el programa de natación de 3 meses.**

- No se confirma la hipótesis.
- La concentración de SP-D en plasma sanguíneo no sufrió cambios en ninguno de los grupos analizados.

**Hipótesis 3ª.- La capacidad vital forzada (FVC) no tendrá un aumento significativamente menor en los nadadores de la piscina de cloro, pero sí aumentará significativamente en los nadadores de la piscina de ozono.**

- No se confirma la hipótesis.
- La capacidad vital forzada mejoró en el grupo de nadadores de cloro y en el de ozono.

**Hipótesis 4ª.- El volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV1) no tendrá un aumento significativamente menor en los nadadores de la piscina de cloro, pero sí aumentará en los nadadores de la piscina de ozono.**

- Se confirma la hipótesis.
- El volumen espiratorio forzado en el primer segundo mejoró en los nadadores de ozono, mientras que los nadadores de cloro no obtuvo cambios.

## 8.2. Conclusiones

### **8.2.1. Estudio 1: Análisis de las características de los tratamientos químicos según los encargados de mantenimiento de piscinas cubiertas**

#### **BLOQUE FORMACIÓN CONTÍNUA**

1. La mayoría de encargados de mantenimiento tienen una formación específica para su puesto y han recibido formación continua durante su vida laboral.
2. La satisfacción de los encargados de mantenimiento con los cursos formación es correcta, aunque se echa en falta más práctica y contenidos más útiles para el día a día en la instalación.
3. La movilidad laboral del sector dificulta la formación de trabajadores temporales según los encargados de mantenimiento.
4. Muchos encargados de mantenimiento no conocen los nuevos tratamientos químicos a pesar de haber asistido a cursos de formación.

#### **BLOQUE PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN**

1. Los elementos básicos para una buena gestión del agua en piscinas identificadas por los encargados de mantenimiento son el control de los parámetros, el tratamiento físico, el control de la temperatura, el mantenimiento del equipo, las renovaciones de agua y la elaboración de un protocolo de trabajo
2. Los encargados de mantenimiento no suelen participan en la elección del tratamiento químico cuando han participado en el diseño de la instalación, ya que normalmente viene de un proyecto público o de la empresa que suministra los tratamientos.
3. Para elegir un tratamiento químico los encargados de mantenimiento piensan que se tiene en cuenta su poder desinfectante y aspectos económicos, más que reducir los problemas de salud de los bañistas.
4. Los tratamientos más efectivos para los encargados de mantenimiento, basados en su poder desinfectante, son el ozono y el cloro.
5. La opción de cambiar el tratamiento es desechada por la mayoría de los encargados de mantenimiento, ya que se encuentran satisfechos con sus tratamientos.
6. Los tratamientos más populares entre los encargados de mantenimiento son el ozono y la electrólisis salina por su control, la seguridad de los usuarios, la viabilidad de la instalación, el ahorro del agua y poder desinfectante.
7. La mayoría de los encargados de mantenimiento piensan que los tratamientos químicos van deteriorando la instalación con el paso del tiempo.
8. La interacción del tratamiento físico con el químico es desconocida por más de la mitad de los encargados de mantenimiento encuestados. Identificando correctamente el resto las relaciones entre ambos tratamientos.
9. El cloro es considerado por los encargados de mantenimiento el tratamiento más económico. Mientras que la radiación ultravioleta y el ozono los más ecológicos, por su menor carga química.

10. El control de la piscina resulta asequible para los encargados de mantenimiento, sabiendo qué hacer en situaciones críticas.

### ***BLOQUE SATISFACCIÓN***

1. Trabajar con tratamientos químicos afecta negativamente a los encargados de mantenimiento que utilizan cloro o bromo, mientras que los encargados que utilizan otros tratamientos no se sienten incómodos. El olor es el principal motivo de insatisfacción.
2. Los encargados de mantenimiento de piscinas donde se utilizan cloro y bromo son conscientes de que el tratamiento químico puede afectar negativamente en la satisfacción de usuarios y trabajadores a pie de piscina.
3. Según los encargados de mantenimiento: la temperatura, la evaporación del tratamiento químico y la falta de ventilación son los tres principales problemas que pueden afectar a los trabajadores a pie de piscina.
5. Las quejas sobre los el tratamiento químico del agua por parte de usuarios, la han recibido los encargados de mantenimiento de piscinas de cloro, estando enfocadas a olores, irritación de ojos e irritación de piel.

### ***BLOQUE PROBLEMAS DE SALUD***

1. Los encargados de mantenimiento son los que se encuentran, según su opinión, más expuestos al efecto nocivo de los tratamientos químicos al tener contacto directo.
2. Según los encargados de mantenimiento, el tratamiento químico afecta al rendimiento del nadador por la inhalación de sustancia química.
3. El tratamiento químico es considerado peligroso para la salud por los encargados de mantenimiento de piscinas de cloro y de bromo, mientras que los encargados de piscinas de ozono, ultravioleta y electrólisis salina no lo consideran así.
4. La mayoría de los encargados de mantenimiento piensan que si hay problemas se producen por un fallo humano, más que por las propias características nocivas del tratamiento.
5. Los accidentes relacionados con la sustancia química son más comunes en los encargados de mantenimiento que trabajan con cloro y bromo que con el resto de tratamientos.
6. Casi todos los encargados de mantenimiento no cumplen con la normativa de prevención y no utilizan equipos de protección individual en su puesto de trabajo.
7. Los problemas de salud que identifican los encargados de mantenimiento en nadadores son: alergia, irritación de ojos, piel, problemas respiratorios, efectos cancerígenos e infecciones por virus.

### ***8.2.2. Estudio 2: Problemas de Salud percibidos por usuarios y trabajadores a pie de piscina en piscinas cubiertas de Castilla-La Mancha y Madrid.***

#### **USUARIOS**

1. La percepción de olor químico y la incomodidad respecto a este es percibida de forma ocasional.
2. Los problemas de salud percibidos de forma más habitual son la sequedad de piel y la irritación de ojos. El resto de problemas se perciben en muy pocas ocasiones.
3. Los usuarios con mayor experiencia, los que asisten en horario de tarde, los que sufren alguna patología previa, nadadores federados y que asisten a piscinas de cloro y bromo piensan en mayor porcentaje que el causante de los problemas de salud es el tratamiento químico.
4. Los usuarios de piscinas de cloro son los que cambiarían en mayor porcentaje el tratamiento químico, superando el porcentaje de los que no lo cambiarían.
5. Los nadadores de competición perciben con mayor frecuencia el olor químico en la instalación, así como su incomodidad es mayor respecto a la de los nadadores de ocio.
6. Hay diferencias en la percepción de olor químico en la instalación entre los usuarios de mañana y tarde, siendo superior en el horario de tarde.
7. Los usuarios que más perciben el olor químico en la instalación e incomodidad son los que se encuentran en una franja de edad de 16 a 24 años.
8. En las piscinas con tratamientos de cloro los usuarios perciben con mayor frecuencia el olor químico, y la incomodidad respecto a él es mayor. Las piscinas con tratamiento de bromo no presentan diferencias con las piscinas de ultravioleta y ozono respecto a la percepción de olor químico.
9. Los usuarios de piscinas cubiertas de género femenino perciben más a menudo la sequedad de piel, mientras que los hombres perciben con mayor frecuencia los problemas auditivos y respiratorios.
10. Los usuarios con experiencia mayor de un año perciben más a menudo todos los problemas de salud: irritación de ojos, problemas respiratorios, dermatológicos y auditivos.
11. Los usuarios con problemas de salud previos (dermatológicos, respiratorios y alergia) perciben con mayor frecuencia los problemas relacionados con su dolencia respecto a los sujetos sanos.
12. El uso de tapones para los oídos hace que los usuarios perciban más a menudo problemas auditivos.
13. Los usuarios más jóvenes (16-24 años) perciben con mayor frecuencia todos los problemas de salud respecto a las otras franjas de edad (25-45, y mayores de 45).
14. Los problemas de salud son percibidos por los usuarios más a menudo en horario de tarde respecto al horario de mañana.

15. Los usuarios de las piscinas de cloro perciben con mayor frecuencia todos los problemas de salud respecto a los usuarios del resto de tratamientos. A excepción de los problemas dermatológicos, la irritación de ojos y los problemas auditivos que percibidos de forma similar en las piscinas de bromo.
16. Los usuarios de las piscinas de bromo perciben más a menudo la irritación y sequedad de piel respecto a los usuarios del resto de tratamientos.
17. Los usuarios con problemas de salud previos (dermatológicos y respiratorios) consideran en mayor grado que el tratamiento químico puede ser peligroso para su salud.
18. Los nadadores de competición perciben un mayor daño en el bañador, y una mayor insatisfacción con la calidad del agua de la piscina respecto a los nadadores de ocio.
19. La satisfacción con la calidad el agua es más alta en los usuarios que asisten en horario de mañana respecto a los de tarde.
20. En las piscinas con tratamiento de cloro los usuarios perciben un mayor deterioro del bañador respecto al resto de piscinas con otros tratamientos.
21. Las piscinas de electrólisis salina obtienen la satisfacción con la calidad del agua de la piscina más alta, seguida de las piscinas de ozono, ultravioleta, bromo y en último lugar cloro.
22. Existe una correlación positiva entre todos los problemas de salud percibidos por los usuarios, así como una correlación negativa entre estos y la satisfacción con la calidad del agua.

### **TRABAJADORES A PIE DE PISCINA**

1. Una cuarta parte de los trabajadores a pie de piscina cambiarían el tratamiento químico utilizado si dependiera de ellos, aunque únicamente un 3% plantea una alternativa.
2. Los problemas de salud irritación de ojos fuera y dentro del agua, irritación en la piel, sequedad de piel y problemas respiratorios son percibidos por los trabajadores con una frecuencia ocasional, mientras que los problemas auditivos y los mareos se perciben casi nunca.
3. Los trabajadores a pie de piscina de media jornada cambiarían en mayor porcentaje el tratamiento químico respecto a los de jornada completa.
4. Los trabajadores a pie de piscina de instalaciones de cloro son los que cambiarían en mayor porcentaje el tratamiento químico, superando el porcentaje de los que no lo cambiarían.
5. Los trabajadores a pie de piscina con más de dos años de experiencia se sienten más incómodos con la percepción del olor químico en la instalación respecto a los que llevan menos de dos años trabajando.



6. El olor químico es percibido por los trabajadores a pie de piscina más a menudo en las piscinas tratadas con cloro y con electrólisis salina. Siendo las piscinas de ultravioleta y ozono en las que se percibe el olor con menor frecuencia.
7. Los trabajadores a pie de piscina con experiencia mayor de dos años perciben más a menudo los problemas de salud: irritación de ojos, problemas dermatológicos y auditivos.
8. Los trabajadores con problemas dermatológicos previos perciben con mayor frecuencia la irritación de piel y ojos respecto a los trabajadores sanos.
9. La irritación de ojos fuera del agua, así como los problemas de salud en usuarios y alumnos son percibidos más a menudo por trabajadores a pie de piscina en las instalaciones con tratamientos de cloro, bromo y cloración salina.
10. Los trabajadores a pie de piscina con más de dos años de experiencia consideran el tratamiento más peligroso para su salud y más dañino para los materiales, así como su satisfacción con la calidad el agua de la piscina es más baja.
11. Los trabajadores de horario de mañana tienen una satisfacción con la calidad del agua de la piscina más alta que los trabajadores de tarde.
12. Los trabajadores de piscinas de cloro, cloración salina y bromo consideran el tratamiento más peligroso para los usuarios que los trabajadores de piscinas con tratamientos de ultravioleta y ozono.
13. Los trabajadores de piscinas con color obtienen la satisfacción más baja respecto al resto de piscinas con otros tratamientos. Los trabajadores de piscinas con radiación ultravioleta son los más satisfechos.
14. Existe una correlación positiva entre todos los problemas de salud percibidos por los trabajadores a pie de piscina, así como una correlación negativa entre estos y la satisfacción con la calidad del agua.
15. Los trabajadores perciben con mayor frecuencia todos los problemas de salud asociados al tratamiento químico en piscinas y el olor químico respecto a los usuarios, además de tener una satisfacción más baja con la calidad del agua de la piscina.

### ***8.2.3. Estudio 3: Cambios a corto plazo de la función respiratoria y permeabilidad pulmonar de nadadores en piscinas con diferentes tratamientos (Cloro vs. Ozono).***

#### **VOLÚMENES ESPIRATORIOS FORZADOS**

1. Se ha observado un incremento significativo de la capacidad vital forzada en los nadadores de la piscina de cloro y los nadadores de la piscina de ozono tras tres meses de exposición 2-3 horas semanales.
2. El volumen espiratorio forzado en el primer segundo sólo ha aumentado en los nadadores de la piscina de ozono, mientras que en los nadadores de cloro no se ha producido cambios tras la exposición.
3. Los nadadores de cloro presentan descensos indicativos en los valores espirométricos  $FEF_{25-75}$  y  $FEV_1/FVC$  tras la exposición.

**PROTEÍNAS INDICADORAS DE LA PERMEABILIDAD DEL EPITELIO PULMONAR**

1. La concentración de la proteína CC16 en plasma ha aumentado en los nadadores de la piscina de cloro tras una exposición de dos horas semanales durante 3 meses, mientras que en la piscina de ozono no se han detectado cambios.
2. La concentración de la proteína surfactante SP-D no ha variado en su concentración en ninguno de los grupos estudiados.

**8.3. Conclusiones Prácticas**

En este apartado hemos concretado los aspectos en común de las tres investigaciones que componen este estudio, con el fin de establecer unas pautas generales que permitan mejorar la gestión de las piscinas cubiertas y la salud de sus usuarios y trabajadores a través de la gestión de los tratamientos del agua.

1. El tratamiento de aguas en piscinas es muy complejo y tiene elementos que pueden escaparse fácilmente al control por parte de los encargados de mantenimiento (formación de subproductos de desinfección, cantidad de cloro/bromo en el aire de la instalación). Por ello se recomienda un conocimiento en profundidad de todos los aspectos de mantenimiento y prevención, cuyo primer paso es una formación de calidad de los encargados de mantenimiento.
2. Los encargados de mantenimiento y gestores deportivos, como principales responsables, deben apostar por tratamientos del agua más seguros, efectivos y ecológicos, como el ozono, ultravioleta y cloración salina. Además de cumplir siempre con las medidas de seguridad relacionadas con éstos para evitar accidentes.
3. Los tratamientos químicos alternativos (electrólisis salina) y complementarios (ozono y ultravioleta) presentan numerosas ventajas frente a los tratamientos tradicionales de cloro y bromo, destacando una mayor calidad en el agua y una menor percepción de olor y problemas de salud por parte de los usuarios y trabajadores a pie de piscina.
4. En la percepción de problemas de salud en piscinas cubiertas el tiempo de exposición es un aspecto fundamental, ya que los sujetos expuestos durante un periodo más largo son más susceptibles de desarrollar problemas de salud. Disminuir las cantidades de producto químico utilizando tratamientos alternativos, y un control exhaustivo de todos los parámetros podrá reducir drásticamente estos problemas en las poblaciones más afectadas.
5. Los tratamientos químicos utilizados en piscinas están asociados a efectos nocivos en el aparato respiratorio. En función de los resultados obtenidos en nuestro estudio, se recomienda un tratamiento combinado como el ozono, ya que además de percibirse con

menor frecuencia los problemas respiratorios, no se producen alteraciones en la barrera del epitelio pulmonar.

#### **8.4. Limitaciones de las investigaciones**

Cualquier investigación científica tiene limitaciones. El papel del investigador es reducir todo lo posible dichas limitaciones para evitar errores sobre todo en los resultados obtenidos. Esta investigación es compleja al combinar diferentes metodologías con objetivos en común, por lo que ha exigido un mayor esfuerzo y coordinación para realizar correctamente los pasos necesarios para cada estudio

En España existen pocas investigaciones sobre tratamientos químicos en piscinas cubiertas, particularmente sobre efectos de los nuevos tratamientos como el ozono, ultravioleta y electrólisis salina. Así que, sin ser un tema completamente joven, necesita todavía un mayor número de investigaciones para obtener unos resultados concluyentes.

Así, se presentan las principales limitaciones encontradas en este estudio, para que sean conocidas en futuras investigaciones y para que puedan ser controladas en la medida de lo posible.

- En el estudio 1, la principal limitación fue la destreza del entrevistador, que a pesar de realizar una prueba piloto, fue ganando pericia conforme se incrementaba el número de entrevistados. Por ello, en futuras investigaciones sería recomendable realizar más de dos entrevistas piloto para garantizar una mayor calidad en las entrevistas.
- En el estudio 2, la principal limitación es la falta de especificidad en el diseño del instrumento ya que, a pesar de estar basado en otras encuestas y ser sometido a estadísticos de validez y fiabilidad, el afán de abarcar muchos problemas de salud y hacer la encuesta accesible le ha hecho perder concreción en más aspectos como los diferentes problemas respiratorios. En próximas investigaciones sería necesario revisar los cuestionarios.
- En el estudio 3, como se indicó en la metodología y discusión, la principal limitación se encuentra en la no medición de parámetros directamente relacionados con el padecimiento de problemas respiratorios como el cloro en el aire de la instalación y los SPD. Esta limitación también podría aplicarse al estudio 2, estableciendo correlaciones entre problemas de salud y concentraciones químicas en agua y aire.

### 8.5. Futuras líneas y perspectivas de investigación

La investigación en piscinas cubiertas es una rama compleja y en continua expansión. Por ello, a esta investigación pueden sucederle muchas otras que mejoren y amplíen las conclusiones obtenidas. En función de los conocimientos adquiridos, se exponen a continuación las vías más interesantes para continuar este proceso.

- Realizar un estudio cuantitativo de encuestas más complejo y con una mayor muestra de usuarios y trabajadores a pie de piscina y centrado en los problemas respiratorios.
- Continuar la línea de la investigación cualitativa con otra población muy interesante como son los nadadores de élite. Los cuales han manifestado en numerosas ocasiones los problemas que les causa el cloro. Además se podría ampliar con entrevistas a gestores de piscinas.
- Diseñar y llevar a cabo un estudio longitudinal evaluando parámetros biológicos respiratorios de trabajadores a pie de piscina (socorristas y monitores). Así como analizar parámetros respiratorios en nadadores de competición durante una temporada.
- Evaluar los parámetros de cloro en el aire, SPD en agua y aire, y ventilación a través del CO<sub>2</sub> ambiental en todas las investigaciones para establecer relaciones.
- Estudiar el posible efecto de los tratamientos en el rendimiento a través de los parámetros físico-químicos del agua.

## **CAPÍTULO IX**

### **Referencias Bibliográficas**

*Si cerca de la biblioteca tenéis un jardín ya no os faltará de nada.*

Marco Tulio Cicerón



- Advance Innovation Center – Chile (2012). Plasma Water Sanitation System. *AIC- Chile*. Disponible en: <http://www.caic.cl/portfolio.html> [fecha de consulta: 15/05/2012].
- Agabiti, N., Ancona, C., Forastiere, F., Di Napoli, A., Lo Presti, E., Corbo, G. M., et al. (2001). Short term respiratory effects of acute exposure to chlorine due to a swimming pool accident. *Occupational and Environmental Medicine*, 58(6), 399-404.
- Aggazzotti, G., Fantuzzi, G., Righi, E., y Predieri, G. (1995). Environmental and biological monitoring of chloroform in indoor swimming pools. *Journal of Chromatography*, 710(1), 181-190.
- Aggazzotti, G., Fantuzzi, G., Righi, E., y Predieri, G. (1998). Blood and breath analyses as biological indicators of exposure to trihalomethanes in indoor swimming pools. *Science of The Total Environment*, 217(1-2), 155-163.
- Alexandris, K., Zahariadis, P., Tsorbatzoudis, C., y Grouios, G. (2004). An empirical investigation of the relationships among service quality, customer satisfaction and psychological commitment in a health club context. *European Sport Management Quarterly*, 4(1), 36-52.
- Almagro Nieves, D., Acuña Castillo, R., Hernández Jerez, A., y Robles Montes, A. (2008). Investigación de un brote respiratorio agudo por exposición a cloro gas en una piscina pública. *Gaceta Sanitaria*, 22, 287-290.
- Arandelovic, M., Stankovic, I., y Nikolic, M. (2007). Swimming and Persons with Mild Persistent Asthma. *The Scientific World Journal*, 7, 1182-1188.
- Basler, R. S. W., Basler, G. C., Palmer, A. H., y Garcia, M. A. (2000). Special skin symptoms seen in swimmers. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 43(2), 299-305.
- Bernard, A., Carbonnelle, S., Dumont, X., y Nickmilder, M. (2007). Infant Swimming Practice, Pulmonary Epithelium Integrity, and the Risk of Allergic and Respiratory Diseases Later in Childhood. *Pediatrics*, 119(6), 1095-1103.
- Bernard, A., Carbonnelle, S., Michel, O., Higuete, S., De Burbure, C., Buchet, J. P., et al. (2003). Lung hyperpermeability and asthma prevalence in schoolchildren: unexpected associations with the attendance at indoor chlorinated swimming pools. *Occupational and Environmental Medicine*, 60(6), 385.
- Bonetto, G., Corradi, M., Carraro, S., Zanconato, S., Alinovi, R., Folesani, G., et al. (2006). Longitudinal Monitoring of Lung Injury in Children after Acute Chlorine Exposure in a Swimming Pool. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 174(5), 545-549.
- Borda, R., Butler, M., Gómez, S., González, S., González, O., Lázaro, J. J., et al. (2008). *Mantenimiento de Instalaciones acuáticas*. Madrid: Dirección General de Deportes Comunidad de Madrid. Programa Forodeporte.

- Bougault, V., Turmel, J., y Boulet, L. P. (2010). Effect of intense swimming training on rhinitis in high-level competitive swimmers. *Clinical & Experimental Allergy*, 40(8), 1238-1246.
- Bowen, A. B., Kile, J. C., Otto, C., Kazerouni, N., Austin, C., Blount, B. C., et al. (2006). Outbreaks of Short-Incubation Ocular and Respiratory Illness Following Exposure to Indoor Swimming Pools. *Environmental Health Perspectives*, 115(2).
- Broeckaert, F., Clippe, A., Knoop, B., Hermans, C., y Bernard, A. (2000). Clara Cell Secretory Protein (CC16): Features as a Peripheral Lung Biomarker. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 923(1), 68-77.
- Burillo, P. (2009). *Los Campos de Fútbol de Césped Artificial en Castilla-La Mancha. Hacia un Modelo de Seguridad, Funcionalidad Deportiva y Satisfacción de sus Usuarios*. Toledo: Universidad Castilla-La Mancha.
- Burillo, P., Felipe, J. L., Gallardo, L., García Tascón, M., y Gallardo, C. (2009). La problemática del cloro en la atmósfera de las piscinas cubiertas. El caso de Castilla-La Mancha. *Deporte y Gestión*, 25, 14-16.
- Cachaza, E., Honorato, S., Ruiz, R., y Ruiz, A. J. (2008). Un sistema revolucionario para la desinfección de agua evita los riesgos derivados de la utilización indiscriminada de cloro y otros biocidas. [versión electrónica]. *Limpiezas*, 5.
- Calabuig, F., Quintanilla, I., y Mundina, J. J. (2008). La calidad percibida de los servicios deportivos: Diferencias según instalación, género, edad y tipo de usuario en servicios náuticos. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 4(10), 25-43.
- Carbonnelle, S., Francaux, M., Doyle, I., Dumont, X., Burbure, C. d., Morel, G., et al. (2002). Changes in serum pneumoproteins caused by short-term exposures to nitrogen trichloride in indoor chlorinated swimming pools. *Biomarkers*, 7(6), 464-478.
- Caro, J., y Gallego, M. (2007). Assessment of Exposure of Workers and Swimmers to Trihalomethanes in an Indoor Swimming Pool. *Environmental Science & Technology*, 41(13), 4793-4798.
- Caro, J., y Gallego, M. (2008). Alveolar Air and Urine Analyses As Biomarkers of Exposure to Trihalomethanes in an Indoor Swimming Pool. *Environmental Science & Technology*, 42(13), 5002-5007.
- Carraro, S., Pasquale, M. F., Da Frè, M., Rusconi, F., Bonetto, G., Zanconato, S., et al. (2006). Swimming pool attendance and exhaled nitric oxide in children. *The Journal of allergy and clinical immunology*, 118(4), 958-960.
- Cassan, D., Mercier, B., Castex, F., y Rambaud, A. (2006). Effects of medium-pressure UV lamps radiation on water quality in a chlorinated indoor swimming pool. *Chemosphere*, 62(9), 1507-1513.



- Cea, M. A. (2001). *Metodología cuantitativa. Estrategias y técnicas de investigación social*. Madrid: Síntesis.
- Clearie, K. L., Vaidyanathan, S., Williamson, P. A., Goudie, A., Short, P., Schembri, S., et al. (2010). Effects of chlorine and exercise on the unified airway in adolescent elite Scottish swimmers. *Allergy*, 65(2), 269-273.
- Conesa López, J. (2010). *Mantenimiento de Instalaciones Acuáticas*. Málaga: Instituto Andalucía del Deporte.
- Consejo Superior de Deportes (2005). *Normas NIDE de diseño de piscinas cubiertas*. Madrid: CSD.
- Contreras, O. R., Gil, P., Cecchini, J. A., y García-López, L. M. (2007). Teoría de una educación física intercultural y realidad educativa en España. *Paradigma*, 28(2), 7-47.
- Corominas, A., (2009). Descripción de las instalaciones de tratamiento de aire. En Institut d'Estudies de la Seguretat (Ed). *Estudio sobre el aire en las piscinas de uso público. Bases Teóricas y Herramientas de Actuación*. (pp. 29-42). Barcelona: Institut d'Estudies de la Seguretat.
- Cheng, G., Ueda, T., Numao, T., Kuroki, Y., Nakajima, H., Fukushima, Y., et al. (2000). Increased levels of surfactant protein A and D in bronchoalveolar lavage fluids in patients with bronchial asthma. *European Respiratory Journal*, 16(5), 831-835.
- De Andrés, F. (1997). *La evaluación de la gestión de un centro deportivo*. Madrid: Consejo Superior de Deportes, Federación Española de Municipios y Provincias.
- Diario Marca (Edición Digital) (2012, Junio) Mireia Belmonte. "Soy asmática y alérgica al cloro". Disponible en: [www.marca.com](http://www.marca.com) [fecha de consulta: 16/06/2012].
- Dorado, A. (2006). *Análisis de la satisfacción de los usuarios: Hacia un nuevo modelo de gestión basado en la calidad para los servicios deportivos municipales*. Toledo: Consejo Económico y Social de Castilla - La Mancha.
- Drobnic, F. (2009). Impacto sobre la salud de los compuestos utilizados en el tratamiento del agua en las piscinas. Estado de la cuestión. *Apunts Medicina de l'Esport* 161, 42-47.
- Eggleston, P. A. (2007). Chlorinated Pools and the Risk of Asthma. *Environmental Health Perspectives*, 115(5).
- Erdinger, L., Kühn, K. P., Kirsch, F., Feldhues, R., Fröbel, T., Nohynek, B., et al. (2004). Pathways of trihalomethane uptake in swimming pools. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 207(6), 571-575.
- Fantuzzi, G., Righi, E., Predieri, G., Giacobazzi, P., Mastroianni, K., y Aggazzotti, G. (2010). Prevalence of ocular, respiratory and cutaneous symptoms in indoor swimming pool workers and exposure to disinfection by-products (DBPs). *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 7(4), 1379-1391.

- Euro Chlor (2012). Cloro y Salud [Internet]. Disponible en: <http://www.cloro.info/preguntas-frecuentes/Cloro-y-salud> [actualizado Junio 2012; fecha de consulta: 2-10-2012].
- Felipe, J. L. (2011). *Presente y Futuro del Césped Artificial según Deportistas, Entrenadores, Gestores y Arquitectos*. Tesis Doctoral. Toledo: Universidad de Castilla-La Mancha.
- Fernández, E. (2001). Estudios epidemiológicos (STROBE). *Medicina Clínica (Barcelona)*, 125(1), 43-48.
- Fernández, J., Roldán, E., y Lopera, M. (2009). Efectos del entrenamiento físico en piscina climatizada sobre la capacidad aeróbica de un grupo de niños asmáticos. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 5(16), 90-105.
- Fernández-Crehuet, M., Moreno Abril, O., y Pérez López, J. A. (2001). Determinación de cloro residual. Método del DPD. *Higiene y Sanidad Ambiental*, 1, 6-7.
- Fernández-Luna A. (2010). *Satisfacción de usuarios y operarios en piscinas cubiertas con tratamiento químico por cloración*. Toledo: Universidad de Castilla-La Mancha.
- Fernández-Luna, A., Burillo, P., Felipe, J. L., Plaza Carmona, M., Sánchez Sánchez, J., y Gallardo, L. (2011). Health problems perception in chlorinated indoor swimming pools. *Journal of Sport and Health Research*, 3(3), 203-210.
- Fernández-Luna, A., García-Unanue, J., Sánchez-Sánchez, J., Plaza-Carmona, M., y Gallardo, L., (2012). Viabilidad económica de los tratamientos alternativos del agua en piscinas. En Calabuig, F., Molinos, M., y Sala, R., *Economía del deporte en momentos de crisis*. (pp. 59-63). Valencia: Los autores.
- Ferrari, M., Schenk, K., Mantovani, W., Papadopoulou, C., Posenato, C., Ferrari, P., et al. (2011). Attendance at chlorinated indoor pools and risk of asthma in adult recreational swimmers. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 14(3), 184-189.
- Fielding, N. G., y Fielding, J. L. (1986). *Linking data*. Beverly Hills, CA: Sage.
- Font-Ribera, L., Esplugues, A., Ballester, F., Martínez-Argüelles, B., Tardón, A., Freire, C., et al. (2010a). Trihalometanos en el agua de piscinas en cuatro zonas de España participantes en el proyecto INMA. *Gaceta Sanitaria*, 24, 483-486.
- Font-Ribera, L., Kogevinas, M., Zock, J.-P., Gómez, F. P., Barreiro, E., Nieuwenhuijsen, M. J., et al. (2010). Short-Term Changes in Respiratory Biomarkers after Swimming in a Chlorinated Pool. *Environmental Health Perspectives*, 118(11).
- Font-Ribera, L., Kogevinas, M., Zock, J.-P., Nieuwenhuijsen, M. J., Heederik, D., y Villanueva, C. M. (2009). Swimming pool attendance and risk of asthma and allergic symptoms in children. *European Respiratory Journal*, 34(6), 1304-1310.

- Fors, H. (2008). Stepping through Science's Door: C. W. Scheele, from Pharmacist's Apprentice to Man of Science. *Ambix*, 55(1), 29-49.
- Foster, L., James, D., y Haake, S. (2012). Influence of full body swimsuits on competitive performance. *Procedia Engineering*, 34, 712-717.
- Freixa, A. (1994). *Notas técnicas de prevención 341. Exposición al cloro en piscinas cubiertas*. Barcelona: Instituto Nacional de seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Freixa, A., y Guardino, X. (2006). *Notas técnicas de prevención 689. Piscinas de uso público (I). Riesgos y Prevención*. Barcelona: Instituto Nacional de seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Freixa, A., Pascual, A., y Guardino, X. (2006). *Notas técnicas de prevención 690. Piscinas de uso público (II). Peligrosidad de los productos químicos*. Barcelona: Instituto Nacional de seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Freixa, A., y Gomà, A., (2008). *Notas técnicas de prevención 788. Piscinas de uso público (III): riesgos asociados a los reductores del pH y subproductos de desinfección*. Barcelona: Instituto Nacional de seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Freixa, A., Gomà, A., y Cinta Pastor, M. (2009). Agentes químicos del aire de las piscinas. Generalidades, métodos analíticos e instrumentación. En Institut d'Estudies de la Seguretat (Ed). *Estudio sobre el aire en las piscinas de uso público. Bases Teóricas y Herramientas de Actuación*. (pp. 43-68) Barcelona: Institut d'Estudies de la Seguretat.
- Gallardo, L. (2006). *Instalaciones Deportivas de la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha. Censo Nacional de Instalaciones de Deportivas 2005*. Madrid: Consejo Superior de Deportes. Ministerio de Educación y Ciencia.
- Gallardo, L., y Jiménez, A. (2004). *La gestión de los servicios deportivos municipales; Vías para la excelencia*. Barcelona: Inde.
- García Calzón, B. (2007). Estudio de los niveles ambientales de cloro en las instalaciones deportivas asturianas. *Asturias Prevención*, 10, 18-23.
- García Ferrando, M., y Llopis Goig, F. (2011). *Ideal democrático y bienestar social. Encuesta sobre ámbitos deportivos de los españoles 2010*. Madrid: Consejo Superior de Deportes. Centro de Investigaciones Sociológicas.
- García Tascón, M. (2009). *Análisis de la percepción de la satisfacción del clima laboral en las organizaciones deportivas municipales de Castilla-La Mancha*. Tesis Doctoral, Departamento de didáctica de la expresión musical, plástica y corporal, Universidad de Castilla-La Mancha, Toledo.
- Gil, P., Contreras, O. R., Roblizo, M. J., y Gómez, I. (2008). Potencial pedagógico de la Educación Física en la Educación Infantil: atributos y convicciones. *Infancia y aprendizaje*, 31(2), 165-178.

- Gil Hernández, F. (2010). *The role of biomarkers in human toxicology*. Granada: Departamento de Medicina Legal y Toxicología. Granada: Facultad de Medicina de la Universidad de Granada.
- Goetz, J. P., y Lecompte, M. D. (1984). *Ethnography and qualitative design in educational research*. Orlando, FL: Academic Press.
- Godò, J. (2010). Tratamiento avanzado del agua de una piscina a través de la radiación ultravioleta. *Piscinas XXI*, 229, 59-64.
- Gomà, A. (2001). *Implantación de ozonización 100% en las piscinas de la Universidad Autónoma de Barcelona*. Bellaterra: Servicio de Actividad Física Universidad de Barcelona.
- Gomà, A., Guisasola, A., Tayà, C., Baeza, J. A., Baeza, M., Bartrolí, A., et al. (2010). Benefits of carbon dioxide as pH reducer in chlorinated indoor swimming pools. *Chemosphere*, 80, 428-432.
- González, F., Palacios, J., Barcala, R., y Oleagordia, A. (2008). *Primeros Auxilios y socorrismo acuático: prevención e intervención*. Madrid: Paraninfo.
- González de la Aleja (2012). *Tratamiento de Aguas Residuales en Castilla-La Mancha*. Consejería de Educación y Ciencia. Castilla-La Mancha. Toledo
- Gray, N. (1996). *Calidad del Agua Potable, Problemas y Soluciones*, Zaragoza: Acribia S.A.
- Gutiérrez-Dávila, M. y Oña Sicilia, A. (2005). *Metodología en las ciencias del deporte*. Madrid: Síntesis.
- Hayes, B. (1999). *Cómo medir la satisfacción del cliente: Desarrollo y utilización de cuestionarios*. Barcelona: Gestión 2000.
- Helenius, I., Ryttilä, R., Sarna, S., Lumme, A., Helenius, M., Remes, V., et al. (2002). Effect of continuing or finishing high-level sports on airway inflammation, bronchial hyperresponsiveness, and asthma: A 5-year prospective follow-up study of 4 highly trained swimmers. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 106(6), 962-968.
- Helenius, I. J., Ryttilä, P., Metso, T., Haahtela, T., Venge, P., y Tikkanen, H. O. (1998). Respiratory symptoms, bronchial responsiveness, and cellular characteristics of induced sputum in elite swimmers. *Allergy*, 53(4), 346-352.
- Hugo, W. B. (1991). A brief history of heat and chemical preservation and disinfection. *Journal of Applied Microbiology*, 71(1), 9-18.
- Idegis. (2010). Viabilidad de los sistemas de electrólisis salina en el tratamiento del agua en piscinas de uso público. *Piscinas XXI*, 234, 43-50.

- Instituto Nacional de seguridad e Higiene en el Trabajo (2007). *Documentación de límites de exposición en el trabajo: 25. Documentación toxicológica para el establecimiento del límite de exposición profesional del cloro*. Barcelona: INSHT.
- Instituto Nacional de seguridad e Higiene en el Trabajo (2009). *Ficha Internacionales de seguridad química: Cloro*. Barcelona: INSHT.
- Ishioka, M., Kato, N., Kobayashi, A., Dogru, M., y Tsubota, K. (2008). Deleterious effects of swimming pool chlorine on the corneal epithelium. *Cornea*, 27(1), 40.
- Jacobs, J. H., Spaan, S., van Rooy, G. B. G. J., Meliefste, C., Zaat, V. A. C., Rooyackers, J. M., et al. (2007). Exposure to trichloramine and respiratory symptoms in indoor swimming pool workers. *European Respiratory Journal*, 29(4), 690-698.
- Johnson, R.B., Onwuegbuzie, A.J., y Turner, L.A. (2007). Toward a definition of mixed methods research. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(2), 112-33.
- Kharitonov, S. A., y Barnes, P. J. (2001). Exhaled Markers of Pulmonary Disease. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 163(7), 1693-1722.
- Kim, H., Shim, J., y Lee, S. (2002). Formation of disinfection by-products in chlorinated swimming pool water. *Chemosphere*, 46(1), 123-130.
- Kishore, U., Greenhough, T. J., Waters, P., Shrive, A. K., Ghai, R., Kamran, M. F., et al. (2006). Surfactant proteins SP-A and SP-D: Structure, function and receptors. *Molecular Immunology*, 43(9), 1293-1315.
- Kogevinas, M., Villanueva, M. C., Font-Ribera, L., Liviach, D., Bustamante, M., Espinoza, F., et al. (2010). Genotoxic Effects in Swimmers Exposed to Disinfection By-products in Indoor Swimming Pools. *Environmental Health Perspectives*, 118(11), 1531-1537.
- Kohlhammer, Y., Döring, A., Schäfer, T., Wichmann, H. E., Heinrich, J., y K. S. G. (2006). Swimming pool attendance and hay fever rates later in life. *Allergy*, 61(11), 1305-1309.
- Kraut, A., y Lilis, R. (1988). Chemical pneumonitis due to exposure to bromine compounds. *CHEST Journal*, 94(1), 208-210.
- Lagerkvist, B. J., Bernard, A., Blomberg, A., Bergstrom, E., Forsberg, B., Holmstrom, K., et al. (2004). Pulmonary epithelial integrity in children: relationship to ambient ozone exposure and swimming pool attendance. *Environmental Health Perspectives*, 112(17), 1768.
- Lazarov, A., Nevo, K., Pardo, A., y Froom, P. (2005). Self-reported skin disease in hydrotherapists working in swimming pools. *Contact Dermatitis*, 53(6), 327-331.
- Leal, C. (2010). La formación en el mantenimiento de instalaciones acuáticas: una asignatura pendiente. *Piscinas XXI*, 230, 64-65.

- Lee, J., Ha, K. T., y Zoh, K. D. (2009). Characteristics of trihalomethane (THM) production and associated health risk assessment in swimming pool waters treated with different disinfection methods. *Science of The Total Environment*, 407(6), 1990-1997.
- Lenntech (2009). Historia de la desinfección del agua. *Lenntech*. Disponible en: <http://www.lenntech.es/procesos/desinfeccion/historia/historia-desinfeccion-agua.htm> [fecha de consulta: 10/02/2011].
- Lévesque, B., Duchesne, J.-F., Gingras, S., Lavoie, R., Prud'Homme, D., Bernard, E., et al. (2006). The determinants of prevalence of health complaints among young competitive swimmers. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 80(1), 32-39.
- Lewillie, L. (1983). Research in swimming: historical and scientific aspects. En A. Hollander, P. Huijing y D. Groot (Eds.), *Biomechanics and Medicine in Swimming IV* (pp. 7-16). Champaign: Human Kinetics.
- Lindstrom, A. B., Pleil, P. B., y Berkoff, D. C. (1997). Alveolar breath sampling and analysis to assess trihalomethane exposures during competitive swimming training. *Environment Health Perspectives*, 105(6), 636-642.
- Liviak, D., Wagner, E. D., Mitch, W. A., Altonji, M. J., y Plewa, M. J. (2010). Genotoxicity of Water Concentrates from Recreational Pools after Various Disinfection Methods. *Environmental Science & Technology*, 44(9), 3527-3532.
- Lotshaw, A. M., Thompson, M., Sadowsky, H. S., Hart, M. K., y Millard, M. W. (2007). Quality of Life and Physical Performance in Land- and Water-Based Pulmonary Rehabilitation. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, 27(4), 247-251.
- Lourencetti, C., Ballester, C., Fernández, P., Marco, E., Prado, C., Periago, J. F., et al. (2010). New method for determination of trihalomethanes in exhaled breath: Applications to swimming pool and bath environments. *Analytica Chimica Acta*, 662(1), 23-30.
- Mapfre. Servicio de Prevención (2007). *Trabajar sin riesgos en la piscina. Estudio de situación del sector de mantenimiento y conservación de instalaciones acuáticas en materia preventiva y guía de buenas prácticas en la instalación acuática como puesto de trabajo*. Madrid: Mapfre. Servicio de Prevención.
- Martí, A. (2006). *Notas técnicas de prevención 115. Toma de muestras de cloro*. Barcelona: Instituto Nacional de seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Martín, O. (2009). Legislación de aplicación. En Institut d'Estudies de la Seguretat (Ed). *Estudio sobre el aire en las piscinas de uso público. Bases Teóricas y Herramientas de Actuación*. (pp. 21-28). Barcelona: Institut d'Estudies de la Seguretat.

- Mason, R. J., Greene, K., y Voelker, D. R. (1998). Surfactant protein A and surfactant protein D in health and disease. *American Journal of Physiology - Lung Cellular and Molecular Physiology*, 275(1), L1-L13.
- Massin, N., Bohadana, A., Wild, P., Héry, M., Toamain, J., y Hubert, G. (1998). Respiratory symptoms and bronchial responsiveness in lifeguards exposed to nitrogen trichloride in indoor swimming pools. *Occupational and Environmental Medicine* 55(4), 258-263.
- Matsumoto, I., Araki, H., Tsuda, K., Odajima, H., Nishima, S., Higaki, Y., et al. (1999). Effects of swimming training on aerobic capacity and exercise induced bronchoconstriction in children with bronchial asthma. *Thorax*, 54(3), 196-201.
- Medina, M. F., y Jiménez-Valenzuela, A. (2011). *Mantenimiento integral de instalaciones deportivas: Tratamiento de aguas en piscinas*. Cádiz: Instituto Andalúz del Deporte.
- Merriam, S. B. (1988). *Case study research in education*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Meyer, W. (2001). Coping with resistance to copper/silver disinfection. *Water Engineering and Management*, 148(11), 25-27.
- Miller, M. R., Hankinson, J., Brusasco, V., Burgos, F., Casaburi, R., Coates, A., et al. (2005). Standardisation of spirometry. *European Respiratory Journal*, 26(2), 319-338.
- Moreira, A., Delgado, L., Haahtela, T., Silva, J. A., Araújo, L., Beça, F., et al. (2008). Training does not affect exhaled nitric oxide in competitive swimmers. *Allergy*, 63(5), 623-624.
- Morgan, R. (1989). UV "green" light disinfection. *Dairy Industries International*, 54(11), 33-35.
- Morris, J.C. (1985) *Aqueous Chlorine in the Treatment of Water Supplies*. Cambridge: Harvard University.
- Muñoz, J. M. (2005). *Análisis cualitativo de datos contextuales con Atlas.Ti 5*. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Nickmilder, M., y Bernard, A. (2007). Ecological association between childhood asthma and availability of indoor chlorinated swimming pools in Europe. *Occupational and Environmental Medicine*, 64(1), 37-46.
- Nieuwenhuijsen, M. J. (2007). The chlorine hypothesis: fact or fiction? *Occupational and Environmental Medicine*, 64(1), 6-7.
- Nystad, W., Njå, F., Magnus, P., y Nafstad, P. (2003). Baby swimming increases the risk of recurrent respiratory tract infections and otitis media. *Acta Pædiatrica*, 92(8), 905-909.
- Pardo, A., y Ruiz, M. (2002). *SPSS11. Guía para el análisis de datos*. Madrid: McGraw-Hill.

Pedersen, L., Lund, T. K., Barnes, P. J., Kharitonov, S. A., y Backer, V. (2008). Airway responsiveness and inflammation in adolescent elite swimmers. *The Journal of allergy and clinical immunology*, 122(2), 322-327.e321.

Peralta Vargas, R. (2012). *Instalaciones en un complejo deportivo municipal con sistema de cogeneración*. Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona.

Pérez Serrano, G. (1994). *Investigación cualitativa. Retos e interrogantes II. Técnicas y análisis de datos*. Madrid: Editorial La Muralla.

Prominent (2012). Medición de Bromo. Disponible en:<http://www.prominent.es/Productos-3/T%C3%A9cnica-de-medic%C3%B3n-y-de-regulaci%C3%B3n-y-tecnolog%C3%ADa-de-sensores-2/Par%C3%A1metros-2/Bromo-2.aspx> [fecha de consulta: 5/5/2012].

Reyes, R. (1998). *Evolución de la natación española a través de los campeonatos de natación de invierno y verano desde 1977 a 1996*. Las Palmas de Gran Canaria: Universidad de las Palmas de Gran Canaria.

Riba, C., Mauri, H., Pérez, R., y Vila, X. (2006). Diseño concurrente de piscina olímpica para el ciclo de vida (Astrapool). En Riba, C., Molina, A. (Eds). *Ingeniería Concurrente. Una metodología integradora*. (pp. 265-272). Barcelona. Edicions UPC.

Richardson, S. D., DeMarini, D. D., Kogevinas, M., Fernandez, P., Marco, E., Lourencetti, C., et al. (2010). What's in the Pool? A Comprehensive Identification of Disinfection By-products and Assessment of Mutagenicity of Chlorinated and Brominated Swimming Pool Water. *Environmental Health Perspectives*, 118(11), 1523-1530.

Rodríguez, G., Gil, J., y García, E. (1996). *Metodología de la investigación cualitativa*. Málaga: Ediciones Aljibe.

Romberg, K., Bjermer, L., y Tufvesson, E. (2011). Exercise but not mannitol provocation increases urinary Clara cell protein (CC16) in elite swimmers. *Respiratory medicine*, 105(1), 31-36.

Ruiz, J. I. (2003). *Metodología de la investigación cualitativa*. Bilbao: Universidad de Deusto.

Saint Martory, C., Roguedas Contios, A., Sibaud, V., Degouy, A., Schmitt, A., y Misery, L. (2008). Sensitive skin is not limited to the face. *British Journal of Dermatology*, 158(1), 130-133.

Sánchez, N., y Carmona, M. (2010). Prevención y reducción de los riesgos de accidentes en las piscinas. *Piscinas XXI*, 231.

Sánchez Rodríguez, J.J. (2011) *Estudio de la implantación de piscinas ecológicas en las piscinas municipales de Cataluña*. Proyecto de fin de carrera. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona.



- Sander, R. (2001). Otitis externa: a practical guide to treatment and prevention. *American Family Physician*, 63(5), 927-936.
- Santa Marina, L., Ibarluzea, J., Basterrechea, M., Goñi, F., Ulibarrena, E., Artieda, J., et al. (2009). Contaminación del aire interior y del agua de baño en piscinas cubiertas de Guipúzcoa. *Gaceta Sanitaria*, 23, 115-120.
- Severa Pieras, E., y Sancho Chinesta, J. (2008). Asma Bronquial. Broncoespasmo inducido por el ejercicio. En López Chicharro, J., y López Mojares, L.M., (Eds.). *Fisiología Clínica del Ejercicio* (pp. 139-147). Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Schmitt, P. (2005). *Nadar, del descubrimiento al alto nivel*. Barcelona: Hispano-Europea.
- Schoefer, Y., Zutavernb, A., Brockow, I., Schäfer, T., Krämer, U., Schaaf, B., et al. (2008). Health risks of early swimming pool attendance. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 211, 367-373.
- Silkoff, P. E., Carlson, M., Bourke, T., Katial, R., Ögren, E., y Szeffler, S. J. (2004). The Aerochrome exhaled nitric oxide monitoring system NIOX is cleared by the US Food and Drug Administration for monitoring therapy in asthma. *The Journal of allergy and clinical immunology*, 114(5), 1241-1256.
- Silvestri, M., Crimi, E., Oliva, S., Senarega, D., Tosca, M. A., Rossi, G. A., et al. (2012). Pulmonary function and airway responsiveness in young competitive swimmers. *Pediatric Pulmonology*. En prensa.
- Sin, D., Leung, R., Gan, W., y Man, S. P. (2007). Circulating surfactant protein D as a potential lung-specific biomarker of health outcomes in COPD: a pilot study. *BMC Pulmonary Medicine*, 7(1), 13.
- Squadrito, G. L., Postlethwait, E. M., y Matalon, S. (2010). Elucidating Mechanisms of Chlorine Toxicity: Reaction Kinetics, Thermodynamics, and Physiological Implications. *American Journal of Physiology - Lung Cellular and Molecular Physiology*, 299(3), 299-300.
- Strauss, A., y Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Medellín: Universidad de Antioquía.
- Taylor, S. J., y Bogdan, R. (1987). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Barcelona: Paidós.
- Tejedor Traspaderne, J.N. (coordinador) (2012). *Límite de exposición profesional para agentes químicos en España 2012*. Barcelona: Ministerio de Empleo y Seguridad Social. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Thickett, K. M., McCoach, J. S., Gerber, J. M., Sadhra, S., y Burge, P. S. (2002). Occupational asthma caused by chloramines in indoor swimming-pool air. *European Respiratory Journal*, 19(5), 827-832.

- Thomas, J. R., y Nelson, J. K. (2007). *Métodos de investigación en actividad física*. Badalona: Editorial Paidotribo.
- Toral, T., y Moral, L. (2004). Interpretación de las pruebas alérgicas: pruebas cutáneas e inmunoglobulina E específica. *Anales Pediatría Continuada*, 2(4), 230-233.
- Trinidad, A., Carrero, V., y Soriano, R. M. (2006). *Teoría fundamentada "Grounded Theory". La construcción de la teoría a través del análisis interpretacional. Cuadernos metodológicos nº 37*. Madrid: CIS.
- Villanueva, C. M., Cantor, K. P., Grimalt, J. O., Malats, N., Silverman, D., y Tardon, A. (2007). Bladder cancer and exposure to water disinfection by-products through ingestion, bathing, showering, and swimming in pools. *American Journal of Epidemiology*, 165, 148-156.
- Voisin, C., Sardella, A., Marcucci, F., y Bernard, A. (2010). Infant swimming in chlorinated pools and the risks of bronchiolitis, asthma and allergy. *European Respiratory Journal*, 36(1), 41-47.
- Wadell, K., Sundelin, G., Henriksson-Larsén, K., y Lundgren, R. (2004). High intensity physical group training in water—an effective training modality for patients with COPD. *Respiratory medicine*, 98(5), 428-438.
- Wadhwa, V. (2012, Abril). In Chile's slums, a lesson in how to make apps for social good. *The Whashington Post*. Disponible en: [http://www.washingtonpost.com/national/innovations/what-silicon-valley-can-learn-from-chile-about-making-better-apps/2012/04/02/gIQAAnB43qS\\_story.html](http://www.washingtonpost.com/national/innovations/what-silicon-valley-can-learn-from-chile-about-making-better-apps/2012/04/02/gIQAAnB43qS_story.html) [fecha de consulta: 15/05/2012].
- Wang, J.-Y., y Reid, K. B. M. (2007). The immunoregulatory roles of lung surfactant collectins SP-A, and SP-D, in allergen-induced airway inflammation. *Immunobiology*, 212(4-5), 417-425.
- Wang, J. Y., Shieh, C. C., Yu, C. K., y Lei, H. Y. (2001). Allergen-induced bronchial inflammation is associated with decreased levels of surfactant proteins A and D in a murine model of asthma. *Clinical & Experimental Allergy*, 31(4), 652-662.
- Wang, M.-C., Liu, C.-Y., Shiao, A.-S., y Wang, T. (2005). Ear Problems in Swimmers. *Journal of the Chinese Medical Association*, 68(8), 347-352.
- Weaver, W. A., Li, J., Wen, Y., Johnston, J., Blatchley, M. R., y Blatchley Iii, E. R. (2009). Volatile disinfection by-product analysis from chlorinated indoor swimming pools. *Water Research*, 43(13), 3308-3318.
- Weisel, C. P., Richardson, S. D., Nemery, B., Aggazzotti, G., Baraldi, E., Blatchley, E. R., III, et al. (2008). Childhood Asthma and Environmental Exposures at Swimming Pools: State of the Science and Research Recommendations. *Environment Health Perspectives*, 117(4).

Weng, S., y Blatchley Iii, E. R. (2011). Disinfection by-product dynamics in a chlorinated, indoor swimming pool under conditions of heavy use: National swimming competition. *Water Research*, 45(16), 5241-5248.

World Health Organization (2000). *Guidelines for safe recreational-water-environment. Volume 2. Swimming pools, spas and similar recreational water environments*. Genova: World Health Organization.

Wiegand A., y Attin T. (2007) Occupational dental erosion from exposure to acids—a review. *Occup Med (Lond)*, 57 (3), 169-176.

Woolf, A., y Shannon, M. (1999). Reactive airways dysfunction and systemic complaints after mass exposure to bromine. *Environmental Health Perspectives*, 107(6), 507.

Yin, R. K. (1994). *Case study research: design and methods*. Thousand Oaks: Sage.

Yunta E. (2008, Junio). Una pila de agua milagrosa. Disponible en: [http://www.abc.es/hemeroteca/historico-14-08-2008/abc/Deportes/una-pila-de-agua-milagrosa\\_803786356671.html](http://www.abc.es/hemeroteca/historico-14-08-2008/abc/Deportes/una-pila-de-agua-milagrosa_803786356671.html) [fecha de consulta: 2/10/2010].

Zwick, H., Popp, W., Budik, G., Wanke, T., y Rauscher, H. (1990). Increased sensitization to aeroallergens in competitive swimmers. *Lung*, 168(1), 111-115.



## **ÍNDICE DE FIGURAS**



**PRIMERA PARTE: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

**CAPÍTULO I. Las piscinas cubiertas y su mantenimiento. Los tratamientos químicos.**

Figura 1.1. Jugadores de Waterpolo en Londres S.XIX..... 12  
 Figura 1.2. Piscina de aprendizaje con medidas de accesibilidad y jacuzzi ..... 13  
 Figura 1.3. Esquema ciclo de depuración de aguas en piscinas..... 15  
 Figura 1.4. Efectividad del número de ciclos de depuración en la turbidez del agua..... 16  
 Figura 1.5. Métodos de medición Manual del tratamiento químico por colorimetría. Fotómetro portátil y cubeta de análisis ..... 18  
 Figura 1.6. Sistema de desinfección de aguas por plasma. .... 30  
 Figura 1.7. Piscina Ecológica Particular ..... 31

**CAPÍTULO II. Efectos en la salud en usuarios y trabajadores de los compuestos químicos utilizados en la desinfección del agua de piscinas cubiertas.**

Figura 2.1. Bomba de aspiración, impingers con reactivos y espectrofotómetro UV visible ..... 37  
 Figura 2.2. Nadador realizando espirometría a pie de piscina ..... 39  
 Figura 2.3. Sistema NIOX ..... 42

**SEGUNDA PARTE: ANÁLISIS EMPÍRICO**

**CAPÍTULO III. Planteamiento del problema**

Figura 3.1. Planteamiento general del estudio..... 65

**CAPÍTULO IV. Estudio 1: Análisis de las características de los tratamientos químicos según los encargados de mantenimiento de piscinas cubiertas. Métodos y Resultados**

Figura 4.1. Fases de la investigación ..... 69  
 Figura 4.2. Diagrama del proceso de investigación ..... 71  
 Figura 4.3. Método Comparativo constante en la codificación ..... 77  
 Figura 4.4. Proceso de Codificación con Atlas-Ti v5.0..... 78  
 Figura 4.5. Códigos generados tras reducción y saturación de los mismos en Atlas-Ti..... 78  
 Figura 4.7. Árbol-Estructura dimensión formación..... 90  
 Figura 4.8. Árbol-Estructura dimensión Planificación y Gestión de Tratamientos ..... 91  
 Figura 4.9. Árbol-Estructura dimensión Satisfacción ..... 93  
 Figura 4.10. Árbol-Estructura dimensión Problemas de salud ..... 94  
 Figura 4.11 Relación Interdimensional.....96

**CAPÍTULO V. Estudio 2: Problemas de Salud percibidos por usuarios y trabajadores a pie de piscina en piscinas cubiertas de Castilla-La Mancha y Madrid. Métodos y Resultados.**

Figura 5.1. Tamaño de muestra en función del error necesaria para usuarios .....103

Figura 5.2. Tamaño de muestra en función del error necesaria para trabajadores a pie de piscina .....103

Figura 5.3. Porcentaje de usuarios y trabajadores a pie de piscina según tratamiento químico .....104

Figura 5.4. Distribución de piscinas por tratamiento y comunidades.....105

Figura 5.5. Histogramas Dimensión Percepción. Muestra usuarios .....115

Figura 5.6. Histogramas Dimensión Problemas de Salud. Muestra usuarios .....115

Figura 5.7. Histogramas Dimensión Satisfacción. Muestra usuarios .....116

Figura 5.8. Evaluación sobre Dimensión Percepciones según Natación Federada/ocio.....122

Figura 5.9. Evaluación sobre Dimensión Percepciones según edad. Muestra usuarios .....122

Figura 5.10. Evaluación sobre Dimensión Percepciones según franja horaria. Muestra usuarios .....123

Figura 5.11. Evaluación sobre Dimensión Percepciones según tratamiento químico. Muestra usuarios .....124

Figura 5.12 Evaluación sobre Dimensión Problemas de salud según experiencia. Muestra usuarios .....126

Figura 5.13. Evaluación sobre Dimensión Problemas de salud según edad. Muestra usuarios .....127

Figura 5.14. Evaluación sobre Dimensión Problemas de salud según franja horaria. Muestra usuarios .....127

Figura 5.15. Evaluación sobre Dimensión Problemas de salud según tratamiento químico. Muestra usuarios .....128

Figura 5.16. Evaluación sobre Dimensión Satisfacción según nadador federado/ocio .....130

Figura 5.17. Evaluación sobre Dimensión Satisfacción según edad. Muestra usuarios.....130

Figura 5.18. Evaluación sobre Dimensión Satisfacción según horario. Muestra usuarios ....131

Figura 5.19. Evaluación sobre Dimensión Satisfacción según tratamiento químico. Muestra usuarios .....132

Figura 5.20. Histogramas Dimensión Percepción. Muestra Trabajadores a pie de piscina ..134

Figura 5.21. Histogramas Dimensión Problemas de Salud. Muestra Trabajadores a pie de piscina .....135

Figura 5.22. Histogramas Dimensión Satisfacción. Muestra Trabajadores a pie de piscina .136

Figura 5.23. Evaluación sobre Dimensión Problemas de salud según experiencia. Muestra trabajadores a pie de piscina .....139

Figura 5.24. Evaluación sobre Dimensión Problemas de salud según tratamiento químico. Muestra Trabajadores a pie de piscina .....141

Figura 5.25. Evaluación sobre Satisfacción según tratamiento químico. Muestra trabajadores a pie de piscina .....143

**CAPÍTULO VI. Estudio 3: Cambios a corto plazo de la función respiratoria y permeabilidad pulmonar de nadadores en piscinas con diferentes tratamientos (Cloro vs. Ozono). Métodos y Resultados**

Figura 6.1. Obtención de las muestras de plasma y traslado a tubos Eppendorf.....152

Figura 6.2. Preparación de la solución de lavado .....153



Figura 6.3. Microplaca de análisis proteína SP-D.....	154
Figura 6.4. Microplaca de análisis proteína CC16 .....	154
Figura 6.5. Soluciones empleadas. Agitación, coloración y aspecto final de la microplaca ..	155
Figura 6.6. Lector de microplacas utilizado .....	156
Figura 6.7. Espirómetro portátil.....	157
Figura 6.8. Procedimiento de la investigación.....	158

**TERCERA PARTE: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES DEL ESTUDIO**

**CAPÍTULO VII: Discusión de los resultados**

Figura 7.1. Récor ds mundiales realizados desde 1990 hasta 2011.....	172
Figura 7.2. Corrosión ejercida por el cloro en una placa de acero tras 4 días.....	173
Figura.7.3. EPIS utilizados en la manipulación de tratamientos químicos en piscinas .....	176



**ÍNDICE DE TABLAS**



**PRIMERA PARTE: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

**CAPÍTULO I. Las piscinas cubiertas y su mantenimiento. Los tratamientos químicos.**

Tabla 1.1. Usos de las piscinas cubiertas según Normativa NIDE ..... 11

Tabla 1.2. Ventajas e inconvenientes del tratamiento con compuestos derivados del cloro para el mantenimiento y la gestión, y la salud de usuarios y trabajadores a pie de piscina ..... 20

Tabla 1.3. Ventajas e inconvenientes del tratamiento bromo para el mantenimiento y la gestión, y la salud de usuarios y trabajadores a pie de piscina ..... 21

Tabla 1.4. Ventajas e inconvenientes del tratamiento de electrólisis salina para el mantenimiento y la gestión, y la salud de usuarios y trabajadores a pie de piscina ..... 22

Tabla 1.5. Ventajas e inconvenientes del tratamiento de ozono para el mantenimiento y la gestión, y la salud de usuarios y trabajadores a pie de piscina ..... 23

Tabla 1.6. Ventajas e inconvenientes del tratamiento de ultravioleta para el mantenimiento y la gestión, y la salud de usuarios y trabajadores a pie de piscina ..... 24

Tabla 1.7. Parámetros en piscinas establecidos por los Reales Decretos de los Reglamentos de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE) ..... 26

Tabla 1.8. Resumen de los parámetros establecidos según condiciones higiénico-sanitarias en piscinas basados en los decretos autonómicos ..... 27

Tabla 1.9. Normativa del Instituto Nacional de Seguridad en el Trabajo referente a seguridad en piscinas cubiertas. Notas técnicas de prevención (NTP) y documentos de límites de exposición profesional (DLEP) ..... 29

**CAPÍTULO II. Efectos en la salud en usuarios y trabajadores de los compuestos químicos utilizados en la desinfección del agua de piscinas cubiertas.**

Tabla 2.1. Incidencia del cloro en el aire de la instalación (ppm) en la salud en función de la concentración y del tiempo de exposición ..... 36

Tabla 2.2. Estudios sobre efectos en la salud de los tratamientos químicos en piscinas durante la lactancia e infancia ..... 46

Tabla 2.3. Estudios sobre efectos en la salud de los tratamientos químicos en piscinas en poblaciones adultas ..... 48

Tabla 2.4. Estudios sobre efectos en la salud de los tratamientos químicos en piscinas en nadadores de rendimiento ..... 49

Tabla 2.5. Estudios sobre efectos en la salud de los tratamientos químicos en piscinas en trabajadores a pie de piscina ..... 52

**SEGUNDA PARTE: ANÁLISIS EMPÍRICO**

**CAPÍTULO III. Planteamiento del problema**

Tabla 3.1. Noticias sobre efectos en la salud y accidentes relacionados con los tratamientos químicos en piscinas ..... 61

**CAPÍTULO IV. Estudio 1: Análisis de las características de los tratamientos químicos según los encargados de mantenimiento de piscinas cubiertas. Métodos y Resultados**

Tabla 4.1. Matriz resumen de validez y fiabilidad del proceso de investigación ..... 73  
 Tabla 4.2. Muestreo teórico de Encargados de Mantenimiento según tipo de instalación ..... 74  
 Tabla 4.3. Matriz Resumen de validación de los instrumentos de investigación ..... 76  
 Tabla 4.4. Número de ítems de la entrevista..... 77  
 Tabla 4.5. Tipo de preguntas en la entrevista según Yin..... 77  
 Tabla 4.6. Muestra de Códigos Fusionados y clasificados por Códigos Conceptuales..... 79  
 Tabla 4.7. Grounded de los códigos sustantivos..... 80

**CAPÍTULO V. Estudio 2: Problemas de Salud percibidos por usuarios y trabajadores a pie de piscina en piscinas cubiertas de Castilla-La Mancha y Madrid. Métodos y Resultados**

Tabla 5.1. Identificación del universo de usuarios de piscinas cubiertas.....101  
 Tabla 5.2. Identificación del universo de trabajadores a pie de piscina.....102  
 Tabla 5.3. Distribución de Usuarios y trabajadores a pie de piscina según tratamiento químico .....104  
 Tabla 5.4. Frecuencias y porcentajes de la muestra de usuarios .....105  
 Tabla 5.5. Frecuencias y porcentajes de la muestra de trabajadores a pie de piscina .....106  
 Tabla 5.6. Variables usuarios .....107  
 Tabla 5.7. Variables muestra trabajadores a pie de piscina .....108  
 Tabla 5.8. Prueba KMO y esfericidad de Bartlett aplicada a los cuestionarios.....111  
 Tabla 5.9. Alfa de Cronbach aplicado a los cuestionarios .....111  
 Tabla 5.10. Diferentes tipos de valoración en escala Likert (1-7) utilizada .....112  
 Tabla 5.11. Frecuencias y porcentajes de las variables nominales. Muestra usuarios .....113  
 Tabla 5.12. Medias variables métricas (likert 1-7). Muestra usuarios .....114  
 Tabla 5.13. Resultados Chi cuadrado en variables categóricas y nominales. Muestra usuarios .....116  
 Tabla 5.14. Diferencias entre proporciones de columna por grupos de edad. Cambiaría tratamiento químico y causas de problemas de salud percibidos.....117  
 Tabla 5.15. Diferencias entre proporciones de columna por experiencia. Cambiaría tratamiento químico y causas de problemas de salud percibidos. Muestra usuarios .....118  
 Tabla 5.16. Diferencias entre proporciones de columna por franja horaria. Cambiaría tratamiento químico y causas de problemas de salud percibidos. Muestra Usuarios.....118  
 Tabla 5.17 Diferencias entre proporciones de columna padece problemas dermatológicos. Causas de problemas de salud percibidos. Muestra Usuarios .....119  
 Tabla 5.18. Diferencias entre proporciones de columna nadador federado. Causas de problemas de salud percibidos y cambiaría tratamiento químico. Muestra usuarios.....119  
 Tabla 5.19. Diferencias entre proporciones de columna nadador federado. Causas de problemas de salud percibidos y cambiaría tratamiento químico. Muestra usuarios .....120  
 Tabla 5.20. Tabla resumen diferencias de medias entre variables categóricas. Dimensión Percepciones. Muestra usuarios.....121  
 Tabla 5.21. Tabla resumen diferencias de medias entre variables categóricas. Dimensión Problemas de salud. Muestra Usuarios.....125

Tabla 5.22. Tabla resumen diferencias de medias. Dimensión Satisfacción. Muestra usuarios .....129

Tabla 5.23. Coeficiente de correlación Rho de Spearman problemas de salud y satisfacción con el agua. Muestra usuarios .....132

Tabla 5.24. Análisis de Regresión. Muestra usuarios .....133

Tabla 5.25. Frecuencias y porcentajes cambiaría el tratamiento químico. Muestra Trabajadores a pie de piscina .....133

Tabla 5.26. Medias variables métricas (likert 1-7). Muestra Trabajadores a pie de piscina .....136

Tabla 5.27. Resultados Chi cuadrado en variables categóricas y nominales. Muestra Trabajadores a pie de piscina .....136

Tabla 5.28. Diferencias entre proporciones de columna jornada laboral. Cambiaría tratamiento químico. Muestra Trabajadores a pie de piscina .....137

Tabla 5.29. Diferencias entre proporciones de columna tratamiento químico. Cambiaría tratamiento. Muestra Trabajadores a pie de piscina .....137

Tabla 5.30. Cuadro resumen diferencias de medias. Dimensión Percepciones. Muestra Trabajadores a pie de piscina .....138

Tabla 5.31. Tabla resumen diferencias de medias entre variables categóricas. Dimensión Problemas de Salud. Muestra trabajadores a pie de piscina .....140

Tabla 5.32. Tabla resumen diferencias de medias. Dimensión Problemas de Salud. Muestra Trabajadores a pie de piscina .....142

Tabla 5.33. Coeficientes de correlación Rho de Spearman problemas de salud percibidos y satisfacción con el agua de la piscina. Muestra Trabajadores a pie de piscina .....144

Tabla 5.34. Análisis de regresión. Muestra Trabajadores a pie de piscina .....145

Tabla 5.35. Cuadro resumen diferencias de medias entre usuarios y trabajadores .....145

**CAPÍTULO VI. Estudio 3: Cambios a corto plazo de la función respiratoria y permeabilidad pulmonar de nadadores en piscinas con diferentes tratamientos (Cloro vs. Ozono). Métodos y Resultados**

Tabla 6.1. Características de las piscinas ..... 149

Tabla 6.2. Características de los participantes ..... 150

Tabla 6.3. Preparación de concentraciones estándar CC16 ..... 152

Tabla 6.4. Preparación de concentraciones estándar SP-D ..... 153

Tabla 6.5. Parámetros de calidad en piscinas cubiertas evaluadas. Media (s) ..... 160

Tabla 6.6. Frecuencia de problemas de salud percibidos por los nadadores durante el entrenamiento (escala likert 1-7). Media (s) ..... 160

Tabla 6.7. Prueba ANOVA Post Hoc Bonferroni. Volúmenes espiratorios forzados ..... 161

Tabla 6.8. Cambios en los volúmenes y flujos pulmonares antes (PRE) y después (POST) del programa de entrenamiento en adultos. Media (s) ..... 161

Tabla 6.9. Prueba ANOVA Post Hoc Bonferroni. Proteínas plasmáticas ..... 163

Tabla 6.10. Cambios en las concentraciones en plasma sanguíneo de las proteínas surfactantes CC16 y SP-D (µg/L), antes y después del programa de entrenamiento. Media (s) ..... 163

**TERCERA PARTE: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES DEL ESTUDIO**

**CAPÍTULO VII: Discusión de los resultados**

Tabla 7.1. Módulos básicos de formación para encargados de mantenimiento en instalaciones acuáticas (Leal, 2010) ..... 170

Tabla. 7.2. Fichas de Riesgo por puesto de trabajo. Encargado de Mantenimiento ..... 177



## **ANEXOS**



## ANEXO I. Legislación en España Sobre Piscinas Cubiertas

<b>Andalucía</b>	DECRETO 23/1999, de 23 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento Sanitario de Piscinas de Uso Colectivo RESOLUCIÓN de 17 de junio de 2003, de la Dirección General de Salud Pública y Participación, por la que se actualizan los parámetros del Anexo I del Decreto 23/1999
<b>Aragón</b>	DECRETO 50/1993, de 19 de mayo, de la Diputación General de Aragón, por el que se regulan las condiciones higiénico-sanitarias de las piscinas de uso público DECRETO 119/2006, del 9 de Mayo, del Gobierno de Aragón, de modificación del Decreto 50/1993
<b>Asturias</b>	DECRETO 26/2006, de 3 de abril, por el que se aprueba el reglamento técnico sanitario de piscinas de uso colectivo en el Principado de Asturias
<b>Baleares</b>	DECRETO 53/1995, de 18 de mayo, por el que se aprueban las condiciones higiénico-sanitarias de las piscinas de los establecimientos de alojamientos turísticos y de las de uso colectivo en general
<b>Canarias</b>	DECRETO 212/2005, DE 15 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento Sanitario de piscinas de uso colectivo de la Comunidad Autónoma de Canarias DECRETO 119/2010, de 2 de septiembre, que modifica parcialmente el Decreto 212
<b>Cantabria</b>	DECRETO 58/1993, de 9 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Sanitario de piscinas de uso colectivo
<b>Castilla-La Mancha</b>	DECRETO 288/2007, por el que se establecen las condiciones higiénico-sanitarias de las piscinas de uso colectivo
<b>Castilla y León</b>	DECRETO 177/1992, de 22 de octubre, por el que se aprueba la normativa higiénico sanitaria para piscinas de uso público DECRETO 106/1997, de 15 de junio, por el que se modifica el artículo tercero del Decreto 177/1992
<b>Cataluña</b>	DECRETO 95/2000, de 22 de febrero, por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a las piscinas de uso colectivo
<b>Extremadura</b>	DECRETO 54/2002, de 30 de abril, por el que se aprueba el Reglamento Sanitario de piscinas de uso colectivo DECRETO 38/2004, de 5 de abril, por el que se modifica el Decreto 54/2002
<b>Galicia</b>	DECRETO 103/2005, de 6 de Mayo, por el que se establece la Reglamentación Técnico-Sanitaria de piscinas de uso colectivo
<b>Madrid</b>	DECRETO 80/1998, de 14 de mayo, de la Consejería y Servicios Sociales por el que se regulan las condiciones higiénico-sanitarias de las piscinas de uso colectivo
<b>Murcia</b>	DECRETO 58/1992, de 28 de mayo, por el que se aprueba el reglamento sobre condiciones higiénico-sanitarias de las piscinas de

---

<b>Navarra</b>	DECRETO FORAL 123/2003, de 19 de mayo, por el que se establecen las condiciones técnico-sanitarias de las piscinas de uso colectivo MODIFICACIÓN del Decreto Foral 123/2003, de 19 de mayo
<b>País Vasco</b>	DECRETO 32/2003, de 18 de febrero, por el que se aprueba el reglamento sanitario de piscinas de uso colectivo DECRETO 208/2004, de 2 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento Sanitario de piscinas de uso colectivo.
<b>Rioja, La</b>	DECRETO 22005, de 28 de enero, por el que se aprueba el reglamento técnico-sanitario de piscinas e instalaciones acuáticas de la Comunidad Autónoma de la Rioja
<b>Valencia</b>	DECRETO 97/2000, de 13 de Junio, del Gobierno Valenciano, por el que se regulan las normas higiénico sanitarias y de seguridad de las piscinas de uso colectivo y de los parques acuáticos

---

## **ANEXO II. Entrevista a encargados de mantenimiento**

### **FORMACIÓN CONTÍNUA**

- ¿Ha recibido formación sobre los nuevos tratamientos químicos? ¿Cuáles? ¿y los miembros de su equipo? ¿Considera esto importante?
- En el caso afirmativo de haber recibido esta formación ¿considera ésta adecuada? ¿por qué? ¿ha echado algo en falta?

### **PLANIFICACIÓN**

- ¿Qué puede hacer un encargado de mantenimiento para mejorar la calidad de la instalación a través de la gestión del agua? ¿podría indicármelo por puntos?
- Como técnico de mantenimiento, ¿participó en la elección de la tratamiento químico de mantenimiento?, ¿De dónde vino esta decisión?, ¿A qué cree que fue debida?

### **GESTIÓN Y TRATAMIENTOS**

- ¿Cuál considera que es el tratamiento más efectivo en la actualidad?, ¿por qué?
- Tenemos constancia de que en algunas instalaciones están cambiando el tratamiento actual por otro, ¿Haría usted lo mismo en su instalación si pudiera?, ¿por qué? ¿Cree que esto puede beneficiar a la instalación?
- ¿Considera que el tratamiento químico daña la instalación? ¿Piensa que la vida de la instalación se prolongaría con un tratamiento químico diferente?
- ¿Piensa que el tratamiento químico puede afectar positiva o negativamente al tratamiento físico del agua? ¿por qué?
- ¿Qué tratamiento químico de los existentes considera más económico tanto a corto como a largo plazo?
- ¿Piensa que el tratamiento químico actual del que dispone tiene un correcto control? ¿conoce el protocolo en el caso de que los niveles de sustancia química se disparen? ¿le han formado para ello?
- ¿Cuál de los actuales tratamientos químicos considera más ecológico? ¿cuál de ellos considera más adecuado para cumplir la normativa a nivel regional y nacional sobre tratamiento de aguas?

- Si usted estuviera encargado del mantenimiento de una competición de natación o un evento puntual (pongamos el ejemplo de unos Mundiales) ¿qué tratamiento químico elegiría? ¿por qué?

### **SATISFACCIÓN**

- ¿Cree que la sustancia química utilizada puede influir positiva o negativamente en la satisfacción con el trabajo del operario?
- ¿Opina lo mismo sobre la satisfacción de los usuarios que nadan a diario?
- ¿Y sobre los trabajadores a pie de piscina (socorristas, monitores, técnicos, etc.)?
- ¿Considera negativas las sensaciones que se perciben de la sustancia química a la hora de trabajar (olores y sabores químicos por inhalación)?
- A lo largo de su carrera como responsable del mantenimiento de la instalación, ¿ha recibido reclamaciones sobre la sustancia química? En caso afirmativo, ¿recuerda alguna de ellas?

### **SALUD Y PREVENCIÓN DE RIESGOS**

- ¿Quién cree que está más expuesto a sufrir los posibles efectos negativos de la sustancia química utilizada, nadadores, técnicos u operarios? ¿por qué?
- ¿Cree que puede afectar al rendimiento del nadador? ¿por qué?
- ¿Considera peligroso trabajar con su actual tratamiento? ¿piensa que otros serían más seguros?
- ¿Ha sufrido usted o algún miembro de su equipo alguna enfermedad o problema de salud relacionado con la sustancia química? (irritación ojos, piel, daño en las vías respiratorias, etc.)?
- ¿Cree que estos problemas de salud que se producen en los usuarios son debidos a la sustancia química en si utilizada o a un mal control de ésta? ¿por qué?
- Según un estudio previo, un gran porcentaje de operarios nunca cumple todas las medidas de seguridad del Instituto Nacional de seguridad en el Trabajo asociadas a las sustancias químicas, ¿qué opina sobre esto?

## ANEXO III. Encuesta de Salud Percibida y Satisfacción. Muestra de Usuarios

Perfil Sociodemográfico del USUARIO	
<p style="text-align: center;"><b>1. Sexo:</b></p> <p>Hombre <input type="checkbox"/></p> <p>Mujer <input type="checkbox"/></p> <p style="text-align: center;"><b>2. Edad:</b></p> <p>16-24 años <input type="checkbox"/></p> <p>25-45 años <input type="checkbox"/></p> <p>Mayor de 45 años <input type="checkbox"/></p> <p style="text-align: center;"><b>3. Piscina donde practica actividades acuáticas.</b></p> <hr style="width: 80%; margin: 10px auto;"/> <p style="text-align: center;"><b>4. Tipo de Tratamiento químico (no es necesario rellenar):</b></p> <hr style="width: 80%; margin: 10px auto;"/>	<p><b>4. ¿Cuántos años lleva realizando actividades en piscina cubierta?</b></p> <p>Más de un año <input type="checkbox"/> Menos de un año <input type="checkbox"/></p> <p><b>5. ¿En qué franja horaria suele asistir?</b></p> <p>Mañana <input type="checkbox"/> Tarde <input type="checkbox"/> Ambas <input type="checkbox"/></p> <p><b>6. Tipo de usuario</b></p> <p>Habitual/abonado <input type="checkbox"/> Ocasional <input type="checkbox"/></p> <p><b>7. ¿Cuántos días suele asistir a la piscina por semana? _____</b></p> <p><b>8. ¿Tiene algún tipo de trastorno respiratorio?</b></p> <p>SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> ¿Cuál? _____</p> <p><b>9. ¿Tiene algún tipo de problema dermatológico?</b></p> <p>SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> ¿Cuál? _____</p> <p><b>10. ¿Tiene alergia a alguna determinada sustancia química?</b></p> <p>SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> ¿Cuál? _____</p> <p><b>11. ¿Utiliza tapones para los oídos cuando nada?</b></p> <p>SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/></p> <p><b>12. ¿Está federado y/o entrena y compete actualmente en algún club de natación?</b></p> <p>SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/></p>

**13. ¿Cuando entra en el recinto de la piscina percibe el olor a sustancia química?**

Nunca	Casi nunca	A veces (pocas)	A veces	A veces (muchas)	A menudo	Siempre
1	2	3	4	5	6	7

**14. Mientras que practica actividades acuáticas ¿siente usted el sabor del desinfectante químico del agua?**

Nunca	Casi nunca	A veces (pocas)	A veces	A veces (muchas)	A menudo	Siempre
1	2	3	4	5	6	7

**15. ¿Considera negativas las sensaciones anteriormente descritas a la hora de nadar o practicar cualquier actividad acuática?**

Completamente en Desacuerdo	En Desacuerdo	Indiferente, (algo en Desacuerdo)	Indiferente	Indiferente, (algo de Acuerdo)	De Acuerdo	Completamente de Acuerdo
1	2	3	4	5	6	7

**16. Valore si ha sufrido alguno de los siguientes trastornos practicando actividades acuáticas.**

	Nunca	Casi nunca	A veces (pocas)	A veces	A veces (muchas)	A menudo	Siempre
Escozor o quemazón en los ojos (sin gafas)	1	2	3	4	5	6	7
Problemas respiratorios (tos, bloqueo, falta de aire, irritación de garganta)	1	2	3	4	5	6	7
Irritación en la piel tras nadar (ronchas, eccema, dermatitis, picor)	1	2	3	4	5	6	7
Piel seca tras nadar	1	2	3	4	5	6	7
Infección o dolor auditivo	1	2	3	4	5	6	7

**¿A qué cree que fueron debidos los casos anteriores?**

---



---



---

**17. ¿Cree que el tratamiento químico del agua afecta a su bañador?**

Completamente en Desacuerdo	En Desacuerdo	Indiferente, (algo en Desacuerdo)	Indiferente	Indiferente, (algo de Acuerdo)	De Acuerdo	Completamente de Acuerdo
1	2	3	4	5	6	7

**18. ¿Cree que el tratamiento químico puede ser perjudicial para la salud de algunos usuarios?**

Completamente en Desacuerdo	En Desacuerdo	Indiferente, (algo en Desacuerdo)	Indiferente	Indiferente, (algo de Acuerdo)	De Acuerdo	Completamente de Acuerdo
1	2	3	4	5	6	7

**19. Valore su satisfacción general con el agua de la piscina.**

Muy Insatisfecho	Insatisfecho	Algo Insatisfecho	Indiferente	Muy Satisfecho	Satisfecho	Completamente Satisfecho
1	2	3	4	5	6	7

**20. Si estuviera en su mano ¿cambiaría el tratamiento químico del agua en la piscina?**

SI  NO  NS/NC

En caso afirmativo y de conocer otro tratamiento indique por favor cuál: \_\_\_\_\_

*GRACIAS POR SU COLABORACIÓN*



**ANEXO IV. Encuesta de Salud Percibida y Satisfacción. Muestra de Trabajadores a pie de piscina**

Perfil Sociodemográfico del TRABAJADOR A PIE DE PISCINA	
1. Sexo: Hombre <input type="checkbox"/> Mujer <input type="checkbox"/>	5. ¿Cuántos años lleva realizando actividades en piscina cubierta? Menos de dos años <input type="checkbox"/> Más de tres años <input type="checkbox"/>
2. Edad: 16-24 años <input type="checkbox"/> 25-45 años <input type="checkbox"/> Mayor de 45 años <input type="checkbox"/>	6. ¿En qué franja horaria suele trabajar? Mañana <input type="checkbox"/> Tarde <input type="checkbox"/> Ambas <input type="checkbox"/>
3. Piscina donde desempeña su cargo _____	7. Formación Graduado Escolar/E.S.O <input type="checkbox"/> Bachillerato/F.P <input type="checkbox"/> Formación Universitaria <input type="checkbox"/>
4. Puesto de Trabajo: _____	8. ¿Tiene algún tipo de trastorno respiratorio? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> ¿Cuál? _____
	9. ¿Tiene algún tipo de problema dermatológico? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> ¿Cuál? _____
	10. ¿Tiene alergia a alguna determinada sustancia química? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> ¿Cuál? _____
	11. Si se encuentra trabajando y se introduce en el agua, ¿qué utiliza? Gafas <input type="checkbox"/> Taponos para los oídos <input type="checkbox"/> Ambos <input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/>

**12. ¿Cuándo está trabajando en el recinto de la piscina percibe el olor y/o sabor a sustancia química?**

Nunca	Casi nunca	A veces (pocas)	A veces	A veces (muchas)	A menudo	Siempre
1	2	3	4	5	6	7

**13. ¿Piensa usted que si se eliminase el olor y el sabor químico en la instalación ejercería mejor su tarea?**

Nunca	Casi nunca	A veces (pocas)	A veces	A veces (muchas)	A menudo	Siempre
1	2	3	4	5	6	7

**14. Valore si ha sufrido alguno de los siguientes trastornos practicando actividades acuáticas.**

	Nunca	Casi nunca	A veces (pocas)	A veces	A veces (muchas)	A menudo	Siempre
Escozor o quemazón en los ojos (sin gafas)	1	2	3	4	5	6	7
Problemas respiratorios (tos, bloqueo, falta de aire, irritación de garganta)	1	2	3	4	5	6	7
Irritación en la piel tras nadar (ronchas, eccema, picor)	1	2	3	4	5	6	7
Piel seca tras nadar	1	2	3	4	5	6	7
Infección o dolor auditivo (otitis externa)	1	2	3	4	5	6	7
Malestar, mareos, náuseas	1	2	3	4	5	6	7

**15. ¿Con qué frecuencia percibe usted que tienen sus alumnos (usuarios bajo su vigilancia) los problemas anteriormente descritos?**

Nunca	Casi nunca	A veces (pocas)	A veces	A veces (muchas)	A menudo	Siempre
1	2	3	4	5	6	7

**16. Valore si considera que trabajar durante muchas horas en el ambiente de la piscina puede ser perjudicial para su salud a causa del tratamiento químico usado en el agua.**

Completamente en Desacuerdo	En Desacuerdo	Indiferente, (algo en Desacuerdo)	Indiferente	Indiferente, (algo de Acuerdo)	De Acuerdo	Completamente de Acuerdo
1	2	3	4	5	6	7

**17. Valore si piensa que el tratamiento químico utilizado en el agua puede ser perjudicial para la salud de los usuarios.**

Completamente en Desacuerdo	En Desacuerdo	Indiferente, (algo en Desacuerdo)	Indiferente	Indiferente, (algo de Acuerdo)	De Acuerdo	Completamente de Acuerdo
1	2	3	4	5	6	7

**18. ¿Considera que el tratamiento químico del agua también daña la instalación, paredes, suelos, vaso, gradas, etc. y materiales?**

Completamente en Desacuerdo	En Desacuerdo	Indiferente, (algo en Desacuerdo)	Indiferente	Indiferente, (algo de Acuerdo)	De Acuerdo	Completamente de Acuerdo
1	2	3	4	5	6	7

**19. Valore su satisfacción general con el agua de la piscina.**

Muy Insatisfecho	Insatisfecho	Algo Insatisfecho	Indiferente	Muy Satisfecho	Satisfecho	Completamente Satisfecho
1	2	3	4	5	6	7

**20. Si estuviera en su mano ¿cambiaría el tratamiento químico del agua en la piscina?**

SI  NO  NS/NC

En caso afirmativo y de conocer otro tratamiento indique por favor cuál: \_\_\_\_\_

*GRACIAS POR SU COLABORACIÓN*

## ANEXO V. Muestra de Usuarios. Estudio de las diferencias entre diferentes grupos de población establecidos por las variables categóricas en función de las tres dimensiones de variables métricas: percepciones, problemas de salud y satisfacción

Tabla. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra. Dimensiones Muestra usuarios

		Z de Kolmogorov-Smirnov	Sig. asintót. (bilateral)
Dimensión percepciones	Percepción de olor químico en la instalación	5,953	,000
	Percepción de olor/sabor químico durante nado	7,076	,000
	Incomodidad respecto al olor/sabor químico.	6,721	,000
Dimensión Problemas de salud	Irritación de ojos (sin gafas)	6,636	,000
	Problemas respiratorios	13,355	,000
	Irritación en la piel	13,451	,000
	Sequedad en la piel	6,392	,000
	Problemas auditivos	12,700	,000
Dimensión Satisfacción	Daño en el bañador	4,439	,000
	Considera tratamiento peligroso para la salud	6,341	,000
	Satisfacción con el agua de la piscina	6,380	,000

Tabla. Valores de F y significación ANOVA. Muestra usuarios

		Edad		Horario		Tratamiento químico				
		gl	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.		
Dimensión Percepciones	Percepción de olor químico en instalación	Inter-grupos	2	21,323	,000	17,078	,000	25,465	,000	
		Intra-grupos	998							
	Sabor/olor químico durante el nado	Inter-grupos	2	23,798	,000	33,603	,000	25,066	,000	
		Intra-grupos	998							
	Incomodidad respecto a sensaciones	Inter-grupos	4	24,590	,000	25,998	,004	21,646	,000	
		Intra-grupos	996							
Dimensión Problemas de salud	Irritación de ojos (sin gafas)	Inter-grupos	2	20,609	,000	6,783	,001	22,829	,000	
		Intra-grupos	998							
	Problemas respiratorios	Inter-grupos	2	39,533	,000	9,120	,000	14,723	,000	
		Intra-grupos	998							
	Irritación en la piel	Inter-grupos	2	10,288	,000	3,458	,032	14,507	,000	
		Intra-grupos	998							
	Sequedad en la piel	Inter-grupos	2	10,480	,000	8,866	,000	14,187	,000	
		Intra-grupos	998							
	Problemas auditivos	Inter-grupos	2	18,642	,000	9,914	,000	11,454	,000	
		Intra-grupos	998							
	Dimensión Satisfacción	Daño en el bañador	Inter-grupos	2	3,073	,047	,305	,737	23,815	,000
			Intra-grupos	998						
Considera tratamiento peligroso para la salud		Inter-grupos	2	22,025	,000	7,135	,001	17,435	,000	
		Intra-grupos	998							
Satisfacción con el agua de la piscina		Inter-grupos	4	22,087	,000	7,591	,001	21,005	,000	
		Intra-grupos	996							

Tabla. Prueba Post Hoc Games-Howell. Variables Edad y horario. Dimensión Percepciones

Variable dependiente	(I) EDAD	(J) EDAD	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.
Percepción de olor químico en instalación	16-24	25-45	,452(**)	,143	,005
		mayor 45	,988(*)	,153	,000
	25-45	16-24	-,452(**)	,143	,005
		mayor 45	,536(**)	,126	,000
	mayor 45	16-24	-,988(**)	,153	,000
		25-45	-,536(**)	,126	,000
Sabor/olor químico durante el nado	16-24	25-45	,258	,134	,135
		mayor 45	,915(**)	,138	,000
	25-45	16-24	-,258	,134	,135
		mayor 45	,657(**)	,114	,000
	mayor 45	16-24	-,915(**)	,138	,000
		25-45	-,657(**)	,114	,000
Incomodidad respecto a sensaciones	16-24	25-45	,572(**)	,169	,002
		mayor 45	1,279(**)	,186	,000
	25-45	16-24	-,572(**)	,169	,002
		mayor 45	,707(**)	,156	,000
	mayor 45	16-24	-1,279(**)	,186	,000
		25-45	-,707(**)	,156	,000
	(I)HORARIO	(J)HORARIO	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.
Percepción de olor químico en instalación	mañana	tarde	-,739(**)	,124	,000
		ambas	-,232	,173	,371
	tarde	mañana	,739(**)	,124	,000
		ambas	,507(**)	,159	,005
	ambas	mañana	,232	,173	,371
		tarde	-,507(**)	,159	,005
Sabor/olor químico durante el nado	mañana	tarde	-,591(**)	,117	,000
		ambas	-,185	,165	,503
	tarde	mañana	,591(**)	,117	,000
		ambas	,407(*)	,151	,021
	ambas	mañana	,185	,165	,503
		tarde	-,407(*)	,151	,021
Incomodidad respecto a sensaciones	mañana	tarde	-,531(**)	,165	,004
		ambas	-,215	,234	,629
	tarde	mañana	,531(**)	,165	,004
		ambas	,316	,205	,275
	ambas	mañana	,215	,234	,629
		tarde	-,316	,205	,275

\* La diferencia de medias es significativa al nivel ,05

\*\* La diferencia de medias es significativa al nivel ,01

Tabla. Prueba Post Hoc Games-Howell. Variable Tratamiento químico. Dimensión Percepciones

Variable dependiente	(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.
Percepción de olor químico en instalación	Cloro	Bromo	,863(**)	,168	,000
		Electrólisis salina	1,483(**)	,166	,000
		Ozono	1,090(**)	,157	,000
		Ultravioleta	1,230(**)	,166	,000
	Bromo	Cloro	-,863(**)	,168	,000
		Electrólisis salina	,620(**)	,179	,005
		Ozono	,227	,170	,672
		Ultravioleta	,367	,179	,245
	Electrólisis salina	Cloro	-1,483(**)	,166	,000
		Bromo	-,620(**)	,179	,005
		Ozono	-,393	,168	,137
		Ultravioleta	-,253	,177	,611
	Ozono	Cloro	-1,090(**)	,157	,000
		Bromo	-,227	,170	,672
		Electrólisis salina	,393	,168	,137
		Ultravioleta	,140	,169	,921
	Ultravioleta	Cloro	-1,230(**)	,166	,000
		Bromo	-,367	,179	,245
		Electrólisis salina	,253	,177	,611
		Ozono	-,140	,169	,921
Sabor/olor químico durante el nado	Cloro	Bromo	,644(**)	,166	,001
		Electrólisis salina	1,143(**)	,163	,000
		Ozono	1,160(**)	,143	,000
		Ultravioleta	1,174(**)	,153	,000
	Bromo	Cloro	-,644(**)	,166	,001
		Electrólisis salina	,499(*)	,176	,039
		Ozono	,515(*)	,158	,011
		Ultravioleta	,530(*)	,168	,015
	Electrólisis salina	Cloro	-1,143(**)	,163	,000
		Bromo	-,499(*)	,176	,039
		Ozono	,017	,154	1,000
		Ultravioleta	,031	,164	1,000
	Ozono	Cloro	-1,160(**)	,143	,000
		Bromo	-,515(*)	,158	,011
		Electrólisis salina	-,017	,154	1,000
		Ultravioleta	,015	,144	1,000
	Ultravioleta	Cloro	-1,174(**)	,153	,000
		Bromo	-,530(*)	,168	,015
		Electrólisis salina	-,031	,164	1,000
		Ozono	-,015	,144	1,000
Incomodidad respecto a sensaciones	Cloro	Bromo	,592(**)	,210	,041
		Electrólisis salina	1,530(**)	,204	,000
		Ozono	1,333(**)	,182	,000
		Ultravioleta	1,332(**)	,207	,000
	Bromo	Cloro	-,592(**)	,210	,041
		Electrólisis salina	,938(**)	,230	,001
		Ozono	,741(**)	,212	,005

	Ultravioleta	,740(*)	,233	,014
Electrólisis salina	Cloro	-1,530(**)	,204	,000
	Bromo	-,938(**)	,230	,001
	Ozono	-,197	,205	,872
	Ultravioleta	-,198	,228	,908
Ozono	Cloro	-1,333(**)	,182	,000
	Bromo	-,741(**)	,212	,005
	Electrólisis salina	,197	,205	,872
	Ultravioleta	,000	,209	1,000
Ultravioleta	Cloro	-1,332(**)	,207	,000
	Bromo	-,740(*)	,233	,014
	Electrólisis salina	,198	,228	,908
	Ozono	,000	,209	1,000

\* La diferencia de medias es significativa al nivel ,05

\*\* La diferencia de medias es significativa al nivel ,01

Tabla. Prueba Post Hoc Games-Howell. Categoría Edad. Dimensión Problemas de Salud

Variable dependiente	(I) HORARIO	(J) HORARIO	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.
Irritación de ojos (sin gafas)	16-24	25-45	,644(**)	,110	,000
		mayor 45	,870(**)	,111	,000
	25-45	16-24	-,644(**)	,110	,000
		mayor 45	,227(**)	,072	,005
	mayor 45	16-24	-,870(**)	,111	,000
		25-45	-,227(**)	,072	,005
Problemas respiratorios	16-24	25-45	,718(**)	,167	,000
		mayor 45	1,181(**)	,184	,000
	25-45	16-24	-,718(**)	,167	,000
		mayor 45	,462(**)	,158	,010
	mayor 45	16-24	-1,181(**)	,184	,000
		25-45	-,462(**)	,158	,010
Irritación en la piel	16-24	25-45	,179	,110	,233
		mayor 45	,495(**)	,111	,000
	25-45	16-24	-,179	,110	,233
		mayor 45	,316(**)	,089	,001
	mayor 45	16-24	-,495(**)	,111	,000
		25-45	-,316(**)	,089	,001
Sequedad en la piel	mañana	tarde	,308	,166	,151
		ambas	,791(**)	,180	,000
	tarde	mañana	-,308	,166	,151
		ambas	,482(**)	,148	,003
	ambas	mañana	-,791(**)	,180	,000
		tarde	-,482(**)	,148	,003
Problemas auditivos	16-24	25-45	,424(**)	,119	,001
		mayor 45	,695(**)	,122	,000
	25-45	16-24	-,424(**)	,119	,001
		mayor 45	,271(**)	,086	,005
	mayor 45	16-24	-,695(**)	,122	,000
		25-45	-,271(**)	,086	,005

\* La diferencia de medias es significativa al nivel ,05

\*\* La diferencia de medias es significativa al nivel ,01

Tabla. Prueba Post Hoc Games-Howell. Variable Horario. Dimensión Problemas de Salud

Variable dependiente	(I) HORARIO	(J) HORARIO	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.
Irritación de ojos (sin gafas)	mañana	tarde	-,600(**)	,159	,001
		ambas	-,490	,224	,075
	tarde	mañana	,600(**)	,159	,001
		ambas	,110	,200	,847
	ambas	mañana	,490	,224	,075
		tarde	-,110	,200	,847
Problemas respiratorios	mañana	tarde	-,387(**)	,076	,000
		ambas	-,333(*)	,120	,016
	tarde	mañana	,387(**)	,076	,000
		ambas	,053	,118	,894
	ambas	mañana	,333(*)	,120	,016
		tarde	-,053	,118	,894
Irritación en la piel	mañana	tarde	-,236(*)	,089	,022
		ambas	-,305	,135	,065
	tarde	mañana	,236(*)	,089	,022
		ambas	-,069	,128	,850
	ambas	mañana	,305	,135	,065
		tarde	,069	,128	,850
Sequedad en la piel	mañana	tarde	-,566(**)	,146	,000
		ambas	-,800(**)	,217	,001
	tarde	mañana	,566(**)	,146	,000
		ambas	-,233	,198	,470
	ambas	mañana	,800(**)	,217	,001
		tarde	,233	,198	,470
Problemas auditivos	mañana	tarde	-,374(**)	,082	,000
		ambas	-,572(**)	,147	,000
	tarde	mañana	,374(**)	,082	,000
		ambas	-,199	,145	,358
	ambas	mañana	,572(**)	,147	,000
		tarde	,199	,145	,358

\* La diferencia de medias es significativa al nivel ,05

\*\* La diferencia de medias es significativa al nivel ,01

Tabla. Prueba Post Hoc Games-Howell. Categoría Tratamiento Químico. Dimensión Problemas de Salud. Irritación de ojos y Problemas respiratorios

Variable dependiente	(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.
Irritación de ojos (sin gafas)	Cloro	Bromo	,421	,223	,325
		Electrólisis salina	1,879(**)	,185	,000
		Ozono	1,010(**)	,189	,000
		Ultravioleta	1,033(**)	,206	,000
	Bromo	Cloro	-,421	,223	,325
		Electrólisis salina	1,458(**)	,218	,000
		Ozono	,589	,221	,062
		Ultravioleta	,611	,236	,074
	Electrólisis salina	Cloro	-1,879(**)	,185	,000

		Bromo	-1,458(**)	,218	,000
		Ozono	-,869(**)	,183	,000
		Ultravioleta	-,846(**)	,200	,000
	Ozono	Cloro	-1,010(**)	,189	,000
		Bromo	-,589	,221	,062
		Electrólisis salina	,869(**)	,183	,000
		Ultravioleta	,023	,204	1,000
	Ultravioleta	Cloro	-1,033(**)	,206	,000
		Bromo	-,611	,236	,074
		Electrólisis salina	,846(**)	,200	,000
		Ozono	-,023	,204	1,000
Problemas respiratorios	Cloro	Bromo	,523(**)	,128	,001
		Electrólisis salina	,728(**)	,119	,000
		Ozono	,646(**)	,113	,000
		Ultravioleta	,611(**)	,122	,000
	Bromo	Cloro	-,523(**)	,128	,001
		Electrólisis salina	,205	,114	,380
		Ozono	,123	,108	,787
		Ultravioleta	,088	,118	,945
	Electrólisis salina	Cloro	-,728(**)	,119	,000
		Bromo	-,205	,114	,380
		Ozono	-,082	,096	,913
		Ultravioleta	-,117	,107	,811
	Ozono	Cloro	-,646(**)	,113	,000
		Bromo	-,123	,108	,787
		Electrólisis salina	,082	,096	,913
		Ultravioleta	-,035	,100	,997
	Ultravioleta	Cloro	-,611(**)	,122	,000
		Bromo	-,088	,118	,945
		Electrólisis salina	,117	,107	,811
		Ozono	,035	,100	,997
Irritación en la piel	Cloro	Bromo	,258	,155	,453
		Electrólisis salina	,714(**)	,126	,000
		Ozono	,703(**)	,117	,000
		Ultravioleta	,643(**)	,120	,000
	Bromo	Cloro	-,258	,155	,453
		Electrólisis salina	,456(*)	,146	,017
		Ozono	,445(*)	,138	,012
		Ultravioleta	,384	,141	,053
	Electrólisis salina	Cloro	-,714(**)	,126	,000
		Bromo	-,456(*)	,146	,017
		Ozono	-,011	,105	1,000
		Ultravioleta	-,072	,109	,965
	Ozono	Cloro	-,703(**)	,117	,000
		Bromo	-,445(*)	,138	,012
		Electrólisis salina	,011	,105	1,000
		Ultravioleta	-,060	,097	,972
	Ultravioleta	Cloro	-,643(**)	,120	,000
		Bromo	-,384	,141	,053
		Electrólisis salina	,072	,109	,965
		Ozono	,060	,097	,972



Sequedad en la piel	Cloro	Bromo	,381	,200	,318
		Electrólisis salina	1,193(**)	,203	,000
		Ozono	1,026(**)	,175	,000
		Ultravioleta	,988(**)	,197	,000
	Bromo	Cloro	-,381	,200	,318
		Electrólisis salina	,812(**)	,224	,003
		Ozono	,645(*)	,199	,011
		Ultravioleta	,606(*)	,219	,047
	Electrólisis salina	Cloro	-1,193(**)	,203	,000
		Bromo	-,812(**)	,224	,003
		Ozono	-,167	,202	,923
		Ultravioleta	-,205	,222	,886
	Ozono	Cloro	-1,026(**)	,175	,000
		Bromo	-,645(*)	,199	,011
		Electrólisis salina	,167	,202	,923
		Ultravioleta	-,039	,196	1,000
Ultravioleta	Cloro	-,988(*)	,197	,000	
	Bromo	-,606(*)	,219	,047	
	Electrólisis salina	,205	,222	,886	
	Ozono	,039	,196	1,000	
Problemas auditivos	Cloro	Bromo	,284	,150	,325
		Electrólisis salina	,713(**)	,126	,000
		Ozono	,618(**)	,119	,000
		Ultravioleta	,588(**)	,132	,000
	Bromo	Cloro	-,284	,150	,325
		Electrólisis salina	,429(*)	,142	,023
		Ozono	,334	,135	,100
		Ultravioleta	,304	,147	,238
	Electrólisis salina	Cloro	-,713(**)	,126	,000
		Bromo	-,429(*)	,142	,023
		Ozono	-,094	,108	,907
		Ultravioleta	-,125	,123	,848
	Ozono	Cloro	-,618(**)	,119	,000
		Bromo	-,334	,135	,100
		Electrólisis salina	,094	,108	,907
		Ultravioleta	-,030	,115	,999
Ultravioleta	Cloro	-,588(**)	,132	,000	
	Bromo	-,304	,147	,238	
	Electrólisis salina	,125	,123	,848	
	Ozono	,030	,115	,999	

\* La diferencia de medias es significativa al nivel ,05

\*\* La diferencia de medias es significativa al nivel ,01

Tabla. Prueba Post Hoc Games-Howell. Variable Edad. Dimensión Satisfacción

Variable dependiente	(I) EDAD	(J) EDAD	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.
Daño en el bañador	16-24	25-45	,161	,174	,624
		mayor 45	,456	,195	,052
	25-45	16-24	-,161	,174	,624
		mayor 45	,295	,164	,170
	mayor 45	16-24	-,456	,195	,052
		25-45	-,295	,164	,170
Considera tratamiento peligroso para la salud	16-24	25-45	,169	,161	,546
		mayor 45	1,049(*)	,168	,000
	25-45	16-24	-,169	,161	,546
		mayor 45	,880(*)	,135	,000
	mayor 45	16-24	-1,049(*)	,168	,000
		25-45	-,880(*)	,135	,000
Satisfacción con el agua de la piscina	16-24	25-45	-,309(*)	,116	,021
		mayor 45	-,778(*)	,122	,000
	25-45	16-24	,309(*)	,116	,021
		mayor 45	-,468(*)	,097	,000
	mayor 45	16-24	,778(*)	,122	,000
		25-45	,468(*)	,097	,000
	(I)HORARIO	(J)HORARIO	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.
Daño en el bañador	Mañana	tarde	-,047	,166	,957
		ambas	-,182	,235	,721
	Tarde	mañana	,047	,166	,957
		ambas	-,135	,208	,793
	Ambas	mañana	,182	,235	,721
		tarde	,135	,208	,793
Considera tratamiento peligroso para la salud	Mañana	tarde	-,470(*)	,141	,003
		ambas	-,718(*)	,225	,005
	Tarde	mañana	,470(*)	,141	,003
		ambas	-,248	,207	,458
	Ambas	mañana	,718(*)	,225	,005
		tarde	,248	,207	,458
Satisfacción con el agua de la piscina	Mañana	tarde	,404(*)	,104	,000
		ambas	,195	,154	,420
	Tarde	mañana	-,404(*)	,104	,000
		ambas	-,209	,138	,285
	Ambas	mañana	-,195	,154	,420
		tarde	,209	,138	,285

\* La diferencia de medias es significativa al nivel ,05

\*\* La diferencia de medias es significativa al nivel ,01

Tabla. Prueba Post Hoc Games-Howell. Variable Tratamiento químico. Dimensión Satisfacción

Variable dependiente	(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.
Daño en el bañador	Cloro	Bromo	1,164(**)	,202	,000
		Electrólisis salina	1,569(**)	,213	,000
		Ozono	1,590(**)	,179	,000
		Ultravioleta	1,177(**)	,206	,000
	Bromo	Cloro	-1,164(**)	,202	,000
		Electrólisis salina	,405	,241	,445
		Ozono	,425	,211	,262
		Ultravioleta	,013	,234	1,000
	Electrólisis salina	Cloro	-1,569(**)	,213	,000
		Bromo	-,405	,241	,445
		Ozono	,020	,222	1,000
		Ultravioleta	-,392	,244	,493
	Ozono	Cloro	-1,590(**)	,179	,000
		Bromo	-,425	,211	,262
		Electrólisis salina	-,020	,222	1,000
		Ultravioleta	-,412	,215	,309
	Ultravioleta	Cloro	-1,177(**)	,206	,000
		Bromo	-,013	,234	1,000
		Electrólisis salina	,392	,244	,493
		Ozono	,412	,215	,309
Considera tratamiento peligroso para la salud	Cloro	Bromo	,532(*)	,187	,037
		Electrólisis salina	1,335(**)	,194	,000
		Ozono	1,168(**)	,166	,000
		Ultravioleta	,738(**)	,196	,002
	Bromo	Cloro	-,532(*)	,187	,037
		Electrólisis salina	,803(**)	,210	,001
		Ozono	,635(**)	,184	,006
		Ultravioleta	,206	,211	,867
	Electrólisis salina	Cloro	-1,335(**)	,194	,000
		Bromo	-,803(**)	,210	,001
		Ozono	-,167	,191	,906
		Ultravioleta	-,597(*)	,217	,050
	Ozono	Cloro	-1,168(**)	,166	,000
		Bromo	-,635(**)	,184	,006
		Electrólisis salina	,167	,191	,906
		Ultravioleta	-,429	,193	,173
	Ultravioleta	Cloro	-,738(**)	,196	,002
		Bromo	-,206	,211	,867
		Electrólisis salina	,597(*)	,217	,050
		Ozono	,429	,193	,173
Satisfacción con el agua de la piscina	Cloro	Bromo	-,433(*)	,136	,013
		Electrólisis salina	-1,062(**)	,137	,000
		Ozono	-,885(**)	,121	,000
		Ultravioleta	-,537(**)	,134	,001
	Bromo	Cloro	,433(*)	,136	,013
		Electrólisis salina	-,629(**)	,146	,000

	Ozono	-,452(**)	,131	,006
	Ultravioleta	-,105	,143	,949
Electrólisis salina	Cloro	1,062(**)	,137	,000
	Bromo	,629(**)	,146	,000
	Ozono	,178	,133	,669
	Ultravioleta	,525(**)	,144	,003
Ozono	Cloro	,885(**)	,121	,000
	Bromo	,452(**)	,131	,006
	Electrólisis salina	-,178	,133	,669
	Ultravioleta	,347	,129	,058
Ultravioleta	Cloro	,537(**)	,134	,001
	Bromo	,105	,143	,949
	Electrólisis salina	-,525(**)	,144	,003
	Ozono	-,347	,129	,058

\* La diferencia de medias es significativa al nivel ,05

\*\* La diferencia de medias es significativa al nivel ,01

Tabla . Valores estadísticos y significación obtenida tras la prueba U de Mann-Withney. Dimensión Percepciones

		Percepción de olor químico en la instalación	Percepción de olor/sabor químico durante nado	Incomodidad respecto a sensaciones
Género	U de Mann-Whitney	121166,000	122329,500	117776,500
	W de Wilcoxon	230912,000	264640,500	260087,500
	Z	-,797	-,542	-1,572
	Sig. asintót. (bilateral)	,426	,588	,116
Experiencia	U de Mann-Whitney	104919,500	104449,000	99794,000
	W de Wilcoxon	152197,500	345614,000	147072,000
	Z	-,390	-,510	-1,650
	Sig. asintót. (bilateral)	,696	,610	,099
Tipo de Usuario	U de Mann-Whitney	57905,000	58417,000	56601,000
	W de Wilcoxon	67085,000	67597,000	432012,000
	Z	-,180	-,013	-,613
	Sig. asintót. (bilateral)	,857	,990	,540
Problemas Respiratorios previos	U de Mann-Whitney	28390,000	30134,500	28380,500
	W de Wilcoxon	464101,000	465845,500	464091,500
	Z	-1,480	-,714	-1,500
	Sig. asintót. (bilateral)	,139	,476	,134
Problemas Dermatológicos previos	U de Mann-Whitney	29304,000	30396,000	27281,000
	W de Wilcoxon	463150,000	464242,000	461127,000
	Z	-1,438	-,971	-2,349
	Sig. asintót. (bilateral)	,150	,332	,019
Alergia a Sustancia química	U de Mann-Whitney	16360,500	15586,500	15484,000
	W de Wilcoxon	482455,500	481681,500	481579,000
	Z	-,606	-1,083	-1,144
	Sig. asintót. (bilateral)	,545	,279	,253
Uso de tapones para los oídos durante nado	U de Mann-Whitney	51078,000	47253,500	47141,000
	W de Wilcoxon	437838,000	434013,500	433901,000
	Z	-,868	-2,201	-2,236
	Sig. asintót. (bilateral)	,385	,028	,025
Nadador	U de Mann-Whitney	59426,500	53811,500	48300,500

Federado	W de Wilcoxon	400151,500	394536,500	389025,500
	Z	-3,868	-5,582	-7,210
	Sig. asintót. (bilateral)	,000	,000	,000

Tabla . Valores estadísticos y significación obtenida tras la prueba U de Mann-Withney. Dimensión Satisfacción

		Daño en el bañador	Considera tratamiento peligroso para la salud	Satisfacción con el agua de la piscina
Género	U de Mann-Whitney	112108,500	120493,500	121745,000
	W de Wilcoxon	221854,500	262804,500	231491,000
	Z	-2,800	-,947	-,671
	Sig. asintót. (bilateral)	,005	,344	,502
Experiencia	U de Mann-Whitney	83732,500	90460,000	98661,000
	W de Wilcoxon	131010,500	137738,000	339826,000
	Z	-5,476	-3,895	-1,918
	Sig. asintót. (bilateral)	,000	,000	,055
Tipo de Usuario	U de Mann-Whitney	54729,500	56279,000	57631,500
	W de Wilcoxon	63909,500	431690,000	66811,500
	Z	-1,208	-,712	-,271
	Sig. asintót. (bilateral)	,227	,476	,786
Problemas Respiratorios previos	U de Mann-Whitney	25982,500	25549,000	29433,500
	W de Wilcoxon	461693,500	461260,000	31779,500
	Z	-2,527	-2,742	-1,022
	Sig. asintót. (bilateral)	,012	,006	,307
Problemas Dermatológicos previos	U de Mann-Whitney	30542,000	27411,500	24861,500
	W de Wilcoxon	464388,000	461257,500	27346,500
	Z	-,887	-2,267	-3,404
	Sig. asintót. (bilateral)	,375	,023	,001
Alergia a Sustancia química	U de Mann-Whitney	15916,000	14425,000	16871,000
	W de Wilcoxon	482011,000	480520,000	17537,000
	Z	-,865	-1,768	-,301
	Sig. asintót. (bilateral)	,387	,077	,763
Uso de tapones para los oídos durante nado	U de Mann-Whitney	52528,500	48919,500	48669,000
	W de Wilcoxon	439288,500	435679,500	56172,000
	Z	-,369	-1,605	-1,701
	Sig. asintót. (bilateral)	,712	,108	,089
Nadador Federado	U de Mann-Whitney	55077,500	49675,500	52121,500
	W de Wilcoxon	395802,500	390400,500	67697,500
	Z	-5,099	-6,730	-6,046
	Sig. asintót. (bilateral)	,000	,000	,000

Tabla. Valores estadísticos y significación obtenida tras la prueba U de Mann-Whitney. Dimensión Problemas de salud

	Género	Experiencia	Tipo de Usuario	Problemas Respiratorios previos	Problemas Dermatológicos previos	Alergia Sustancias Químicas	Uso de Tapones para los oídos	Nadador Federado	
Irritación de ojos (sin gafas)	U de Mann-Whitney	117456,500	93722,000	57389,000	28802,500	30687,000	16246,000	47723,000	54821,000
	W de Wilcoxon	227202,500	141000,000	432800,000	464513,500	464533,000	482341,000	434483,000	395546,000
	Z	-1,642	-3,131	-,352	-1,308	-,839	-,680	-2,032	-5,265
	Sig. asintót. (bilateral)	,101	,002	,725	,191	,401	,496	,042	,000
Problemas respiratorios	U de Mann-Whitney	116860,500	94609,000	57065,500	19973,000	31102,000	12195,500	48994,000	45458,000
	W de Wilcoxon	259171,500	141887,000	66245,500	455684,000	466948,000	478290,500	435754,000	386183,000
	Z	-2,241	-3,685	-,579	-6,641	-,827	-3,953	-2,011	-10,142
	Sig. asintót. (bilateral)	,025	,000	,563	,000	,408	,000	,044	,000
Irritación en la piel	U de Mann-Whitney	123256,500	94609,000	57405,000	28258,000	17892,500	12041,500	51769,000	53457,500
	W de Wilcoxon	265567,500	141887,000	66585,000	463969,000	451738,500	478136,500	438529,000	394182,500
	Z	-,419	-3,685	-,438	-1,963	-8,213	-4,080	-,806	-7,169
	Sig. asintót. (bilateral)	,675	,000	,661	,050	,000	,420	,000	
Sequedad en la piel	U de Mann-Whitney	111170,500	86018,500	55395,500	26261,500	19034,000	15563,500	47322,500	52857,500
	W de Wilcoxon	220916,500	133296,500	64575,500	461972,500	452880,000	481658,500	434082,500	393582,500
	Z	-3,053	-5,000	-1,007	-2,439	-5,973	-1,091	-2,164	-5,830
	Sig. asintót. (bilateral)	,002	,000	,314	,015	,000	,275	,030	
Problemas auditivos	U de Mann-Whitney	117288,000	97574,000	53489,500	31407,500	32427,000	16683,500	37291,500	54092,000
	W de Wilcoxon	239599,000	144852,000	62669,500	467118,500	34912,000	482778,500	424051,500	394817,000
	Z	-2,023	-2,637	-1,974	-1,170	-,084	-,501	-6,777	-6,602
	Sig. asintót. (bilateral)	,043	,008	,048	,865	,933	,617	,000	

**ANEXO VI Trabajadores a pie de piscina. Estudio de las diferencias entre diferentes grupos de población establecidos por las variables categóricas en función de las tres dimensiones de variables métricas: percepciones, problemas de salud y satisfacción.**

Tabla. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra. Muestra Trabajadores a pie de piscina

		Z de Kolmogorov-Smirnov	Sig. asintót. (bilateral)
Dimensión percepciones	Percepción de olor químico en instalación	2,341	,000
	Incomodidad respecto al olor/sabor químico.	3,014	,000
Dimensión Problemas de salud	Irritación de ojos fuera del agua	2,822	,000
	Irritación de ojos dentro del agua	1,703	,006
	Irritación en la piel	3,594	,000
	Sequedad en la piel	2,260	,000
	Problemas respiratorios	3,294	,000
	Problemas auditivos	4,889	,000
	Mareos y/o fiebre	6,138	,000
	Problemas de salud en usuarios	3,012	,000
Dimensión Satisfacción	Considera tratamiento peligroso para la salud	1,984	,001
	Considera tratamiento peligroso para la salud de usuarios	3,079	,000
	Considera tratamiento produce daño en los materiales	2,293	,000
	Satisfacción general con el agua de la piscina	2,596	,000

Tabla. Valores de F y significación ANOVA. Muestra trabajadores a pie de piscina

		Puesto de trabajo		Edad		Horario		Tratamiento químico		
		gl	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.
Percepción de olor químico en instalación	Inter-grupos	4	,064	,938	,986	,375	1,607	,203	8,405	,000
	Intra-grupos	225								
Incomodidad respecto a sensaciones	Inter-grupos	4	,820	,442	3,768	,025	3,848	,023	,561	,691
	Intra-grupos	225								
Irritación de ojos fuera del agua	Inter-grupos	4	,787	,457	,993	,372	1,513	,222	7,145	,000
	Intra-grupos	225								
Irritación de ojos dentro del agua	Inter-grupos	4	2,845	,060	,384	,682	,139	,870	2,322	,058
	Intra-grupos	225								
Irritación en la piel	Inter-grupos	4	1,925	,148	1,201	,303	1,522	,220	,942	,441
	Intra-grupos	225								
Sequedad en la piel	Inter-grupos	4	,336	,715	,221	,802	,484	,617	,187	,945
	Intra-grupos	225								
Problemas respiratorios	Inter-grupos	4	,513	,599	1,339	,264	,096	,909	2,058	,087
	Intra-grupos	225								
Problemas auditivos	Inter-grupos	4	,413	,662	5,477	,005	1,221	,297	2,325	,057
	Intra-grupos	225								
Mareos y/o fiebre	Inter-grupos	4	1,190	,306	1,828	,163	,096	,909	6,361	,000
	Intra-grupos	225								
Problemas de salud	Inter-grupos	4	,362	,697	,833	,436	2,618	,075	7,597	,000
	Intra-grupos	225								

usuarios	Intra-grupos	225								
Considera tratamiento peligroso para su salud	Inter-grupos	4	,279	,757	,121	,121	,218	,804	1,349	,253
	Intra-grupos	225								
Considera tratamiento peligroso para usuarios	Inter-grupos	4	,540	,583	,622	,622	1,401	,249	7,149	,000
	Intra-grupos	225								
Considera tratamiento daña a los materiales	Inter-grupos	4	,927	,397	,065	,065	,727	,484	,561	,691
	Intra-grupos	225								
Satisfacción con el agua de la piscina	Inter-grupos	4	,197	,821	,999	,999	3,679	,027	6,783	,000
	Intra-grupos	225								

Tabla. Prueba Post Hoc Games-Howell. Variable Edad

Variable dependiente	(I) EDAD	(J) EDAD	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.
Incomodidad respecto al olor químico	16-24	25-45	-,111	,357	,948
		mayor 45	-1,343(*)	,447	,011
	25-45	16-24	,111	,357	,948
		mayor 45	-1,232(**)	,367	,005
	mayor 45	16-24	1,343(*)	,447	,011
		25-45	1,232(**)	,367	,005
Problemas auditivos	16-24	25-45	-,379	,167	,063
		mayor 45	-1,032(*)	,348	,016
	25-45	16-24	,379	,167	,063
		mayor 45	-,653	,341	,153
	mayor 45	16-24	1,032(*)	,348	,016
		25-45	,653	,341	,153

\* La diferencia de medias es significativa al nivel ,05

\*\* La diferencia de medias es significativa al nivel ,01

Tabla. Prueba Post Hoc Games-Howell. Variable Horario

	(I) HORARIO	(J) HORARIO	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.
Incomodidad respecto al olor químico	Mañana	tarde	,875(*)	,358	,045
		ambas	1,255(**)	,373	,004
	Tarde	mañana	-,875(*)	,358	,045
		ambas	,379	,310	,442
	Ambas	mañana	-1,255(**)	,373	,004
		tarde	-,379	,310	,442
Satisfacción	Mañana	tarde	,732(**)	,237	,009
		ambas	,458	,235	,135
	Tarde	mañana	-,732(**)	,237	,009
		ambas	-,274	,187	,311
	Ambas	mañana	-,458	,235	,135
		tarde	,274	,187	,311

\* La diferencia de medias es significativa al nivel ,05

\*\* La diferencia de medias es significativa al nivel ,01



Variable dependiente	(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.
Percepción de olor químico en instalación	Electrólisis salina	Bromo	,014	,445	1,000
		Ozono	,479	,383	,721
		UV	,551	,395	,635
		Cloro	-1,061	,397	,070
	Bromo	Electrólisis salina	-,014	,445	1,000
		Ozono	,465	,352	,679
		UV	,537	,366	,587
		Cloro	-1,075(*)	,368	,036
	Ozono	Electrólisis salina	-,479	,383	,721
		Bromo	-,465	,352	,679
		UV	,072	,288	,999
		Cloro	-1,540(*)	,290	,000
	Ultravioleta	Electrólisis salina	-,551	,395	,635
		Bromo	-,537	,366	,587
		Ozono	-,072	,288	,999
		Cloro	-1,612(*)	,307	,000
	Cloro	Electrólisis salina	1,061	,397	,070
		Bromo	1,075(*)	,368	,036
		Ozono	1,540(*)	,290	,000
		UV	1,612(*)	,307	,000

Tabla. Prueba Post Hoc Games-Howell. Variable Tratamiento químico. Grupo sensaciones

Tabla 5.41 Prueba Post Hoc Games-Howell. Variable Tratamiento químico. Dimensión Problemas de Salud

Variable dependiente	(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.
Irritación de Ojos Fuera del agua	Electrólisis salina	Bromo	-,583	,409	,614
		Ozono	,586	,333	,408
		UV	,555	,333	,461
		Cloro	-,674	,349	,310
	Bromo	Electrólisis salina	,583	,409	,614
		Ozono	1,168	,354	,013
		UV	1,137	,353	,016
		Cloro	-,092	,369	,999
	Ozono	Electrólisis salina	-,586	,333	,408
		Bromo	-1,168	,354	,013
		UV	-,031	,262	1,00
		Cloro	-1,260	,282	,000
	Ultravioleta	Electrólisis salina	-,555	,333	,461
		Bromo	-1,137	,353	,016
		Ozono	,031	,262	1,00
		Cloro	-1,229	,281	,000

	Cloro	Electrólisis salina	,674	,349	,310	
		Bromo	,092	,369	,999	
		Ozono	1,260*	,282	,000	
		UV	1,229*	,281	,000	
Mareos y/o fiebre	Electrólisis salina	Bromo	,062	,184	,997	
		Ozono	,079	,162	,988	
		UV	-,176	,190	,885	
		Cloro	-,784*	,252	,021	
	Bromo	Electrólisis salina	-,062	,184	,997	
		Ozono	,017	,134	1,000	
		UV	-,238	,168	,618	
		Cloro	-,846*	,236	,005	
	Ozono	Electrólisis salina	-,079	,162	,988	
		Bromo	-,017	,134	1,000	
		UV	-,256	,143	,391	
		Cloro	-,863*	,219	,002	
	Ultravioleta	Electrólisis salina	,176	,190	,885	
		Bromo	,238	,168	,618	
		Ozono	,256	,143	,391	
		Cloro	-,608	,241	,095	
	Cloro	Electrólisis salina	,784*	,252	,021	
		Bromo	,846*	,236	,005	
		Ozono	,863*	,219	,002	
		UV	,608	,241	,095	
	Frecuencia de problemas de salud en usuarios	Electrólisis salina	Bromo	-,567	,320	,400
			Ozono	,269	,315	,912
			UV	,124	,299	,994
			Cloro	-,845	,325	,082
Bromo		Electrólisis salina	,567	,320	,400	
		Ozono	,837*	,237	,006	
		UV	,692*	,215	,016	
		Cloro	-,278	,250	,799	
Ozono		Electrólisis salina	-,269	,315	,912	
		Bromo	-,837*	,237	,006	
		UV	-,145	,207	,956	
		Cloro	-1,115*	,244	,000	
Ultravioleta		Electrólisis salina	-,124	,299	,994	
		Bromo	-,692*	,215	,016	
		Ozono	,145	,207	,956	
		Cloro	-,970*	,222	,000	
Cloro		Electrólisis salina	,845	,325	,082	
		Bromo	,278	,250	,799	
		Ozono	1,115*	,244	,000	
		UV	,970*	,222	,000	

\* La diferencia de medias es significativa al nivel ,05

\*\* La diferencia de medias es significativa al nivel ,01

Tabla 5.41 Prueba Post Hoc Games-Howell. Variable Tratamiento químico. Dimensión Satisfacción.

Variable dependiente	(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.
Considera tratamiento peligroso para la salud de los usuarios	Electrólisis salina	Bromo	-,569	,445	,706
		Ozono	,487	,412	,761
		UV	,537	,397	,659
		Cloro	-,951	,423	,175
	Bromo	Electrólisis salina	,569	,445	,706
		Ozono	1,056*	,363	,037
		UV	1,106*	,346	,017
		Cloro	-,382	,375	,846
	Ozono	Electrólisis salina	-,487	,412	,761
		Bromo	-1,056*	,363	,037
		UV	,051	,301	1,00
		Cloro	-1,438*	,334	,000
	Ultravioleta	Electrólisis salina	-,537	,397	,659
		Bromo	-1,106*	,346	,017
		Ozono	-,051	,301	1,00
		Cloro	-1,488*	,316	,000
	Cloro	Electrólisis salina	,951	,423	,175
		Bromo	,382	,375	,846
		Ozono	1,438*	,334	,000
		UV	1,488*	,316	,000
Satisfacción general con el agua de la piscina	Electrólisis salina	Bromo	,028	,259	1,000
		Ozono	,014	,299	1,000
		UV	-,148	,257	,978
		Cloro	,916*	,265	,008
	Bromo	Electrólisis salina	-,028	,259	1,000
		Ozono	-,014	,272	1,000
		UV	-,176	,225	,935
		Cloro	,888*	,233	,002
	Ozono	Electrólisis salina	-,014	,299	1,000
		Bromo	,014	,272	1,000
		UV	-,162	,270	,975
		Cloro	,903*	,277	,013
	Ultravioleta	Electrólisis salina	,148	,257	,978
		Bromo	,176	,225	,935
		Ozono	,162	,270	,975
		Cloro	1,065*	,232	,000
	Cloro	Electrólisis salina	-,916*	,265	,008
		Bromo	-,888*	,233	,002
		Ozono	-,903*	,277	,013
		UV	-1,065*	,232	,000

Tabla. Valores estadísticos y significación obtenida tras la prueba U de Mann-Withney. Dimensión Percepciones

		Percepción de olor químico en la instalación	Percepción de olor/sabor químico durante nado
Género	U de Mann-Whitney	6306,500	6217,500
	W de Wilcoxon	15351,500	10873,500
	Z	-,256	-,440
	Sig. asintót. (bilateral)	,798	,660
Experiencia	U de Mann-Whitney	5253,000	4155,000
	W de Wilcoxon	7954,000	6856,000
	Z	-1,031	-3,421
	Sig. asintót. (bilateral)	,302	,001
Jornada Laboral	U de Mann-Whitney	2637,000	2720,500
	W de Wilcoxon	3015,000	23426,500
	Z	-,323	-,063
	Sig. asintót. (bilateral)	,746	,950
Problemas Respiratorios previos	U de Mann-Whitney	2637,000	2720,500
	W de Wilcoxon	3015,000	23426,500
	Z	-,323	-,063
	Sig. asintót. (bilateral)	,746	,950
Problemas Dermatológicos previos	U de Mann-Whitney	2614,500	2539,000
	W de Wilcoxon	23117,500	23042,000
	Z	-,657	-,893
	Sig. asintót. (bilateral)	,511	,372
Alergia a Sustancia química	U de Mann-Whitney	891,500	1284,500
	W de Wilcoxon	24544,500	24937,500
	Z	-2,260	-,552
	Sig. asintót. (bilateral)	,024	,581

Tabla . Valores estadísticos y significación obtenida tras la prueba U de Mann-Withney. Dimensión Problemas de salud

	Irritación de Ojos fuera del agua	Irritación de ojos dentro del agua	Irritación en la piel	Sequedad en la Piel	Problemas respiratorios	Problemas Auditivos	Mareos/ fiebre	Problemas de salud en Los usuarios
Género	U de Mann-Whitney	5723,000	5516,500	5127,500	5880,000	5859,500	6260,500	6375,500
	W de Wilcoxon	10928,000	14768,000	14561,500	14925,000	14904,500	10916,500	11031,500
	Z	-,328	-1,443	-1,934	-2,652	-1,151	-1,286	-,435
	Sig. asintót.	,743	,149	,053	,008	,198	,663	,907
Experiencia	U de Mann-Whitney	4633,000	4393,000	4451,500	4621,000	4561,000	5654,000	5547,000
	W de Wilcoxon	8077,000	7334,000	7094,000	7322,000	7262,000	18057,000	8248,000
	Z	-,769	-2,366	-2,993	-2,755	-2,451	-2,783	-,206
	Sig. asintót.	,442	,018	,003	,006	,014	,005	,837
Jornada Laboral	U de Mann-Whitney	5949,000	5767,000	5704,000	5656,000	5286,500	5679,000	4786,000
	W de Wilcoxon	16827,500	17425,000	8927,000	8864,000	8816,000	8446,500	17155,000
	Z	-1,303	-,033	-,433	-,550	-,668	-1,582	-,752
	Sig. asintót.	,193	,974	,665	,582	,114	,452	,011
Problemas Respiratorios previos	U de Mann-Whitney	2315,500	2293,500	2514,500	2226,000	2715,500	2710,000	2544,000
	W de Wilcoxon	2884,000	23021,500	22999,500	23220,500	22932,000	3093,500	23416,000
	Z	-,735	-1,325	-1,446	-,704	-1,643	-,086	-,119
	Sig. asintót.	,462	,185	,148	,482	,100	,931	,906
Problemas Dermatológicos previos	U de Mann-Whitney	2213,000	1642,000	2508,500	2602,000	2030,500	2555,000	2706,500
	W de Wilcoxon	22578,000	22716,000	22145,000	23011,500	23105,000	22533,500	23058,000
	Z	-2,325	-1,887	-3,778	-,979	-,711	-2,702	-1,045
	Sig. asintót.	,020	,059	,000	,327	,477	,007	,296
Alergia a Sustancia química	U de Mann-Whitney	1133,500	1080,000	1327,500	1190,500	1168,000	1349,500	1080,000
	W de Wilcoxon	24437,500	24786,500	24733,000	24980,500	24843,500	24821,000	25002,500
	Z	-2,736	-1,204	-1,491	-,360	-,979	-1,163	-,331
	Sig. asintót.	,006	,229	,136	,719	,327	,245	,741

Tabla . Valores estadísticos y significación obtenida tras la prueba U de Mann-Withney. Dimensión Satisfacción

		Considera Tratamiento peligroso para su salud	Considera Tratamiento peligroso para salud de los usuarios	Considera que el tratamiento daña la instalación y materiales	Satisfacción General con el agua de la piscina
Género	U de Mann-Whitney	6028,500	5360,500	5611,000	5950,000
	W de Wilcoxon	10493,500	9825,500	10076,000	14465,000
	Z	-,172	-1,594	-1,056	-,344
	Sig. asintót. (bilateral)	,863	,111	,291	,731
Experiencia	U de Mann-Whitney	4285,500	4612,500	3725,000	4432,500
	W de Wilcoxon	6913,500	7240,500	6353,000	16060,500
	Z	-2,651	-1,931	-3,905	-2,359
	Sig. asintót. (bilateral)	,008	,053	,000	,018
Jornada Laboral	U de Mann-Whitney	5743,000	4381,000	5616,500	4468,000
	W de Wilcoxon	15754,000	14392,000	15627,500	7954,000
	Z	-,234	-3,195	-,508	-3,036
	Sig. asintót. (bilateral)	,815	,001	,611	,002
Problemas Respiratorios previos	U de Mann-Whitney	2470,000	2222,500	2491,000	2184,000
	W de Wilcoxon	21973,000	2600,500	2869,000	2562,000
	Z	-,607	-1,408	-,540	-1,548
	Sig. asintót. (bilateral)	,544	,159	,589	,122
Problemas Dermatológicos previos	U de Mann-Whitney	2529,000	2355,500	2705,500	1833,000
	W de Wilcoxon	21835,000	21661,500	22011,500	2239,000
	Z	-,678	-1,233	-,122	-2,919
	Sig. asintót. (bilateral)	,497	,218	,903	,004
Alergia a Sustancia química	U de Mann-Whitney	799,000	882,500	1101,500	1151,000
	W de Wilcoxon	23377,000	23460,500	23679,500	1229,000
	Z	-2,192	-1,815	-,790	-,570
	Sig. asintót. (bilateral)	,028	,069	,429	,569

## ANEXO VI. Estadística. Estudio Comparativo entre Usuarios y trabajadores.

		Z de Kolmogorov-Smirnov	Sig. asintót. (bilateral)
Dimensión percepciones	Percepción de olor químico en la instalación	6,375	,000
	Incomodidad respecto al olor/sabor químico.	6,923	,000
Dimensión Problemas de salud	Irritación de ojos (sin gafas)	6,575	,000
	Problemas respiratorios	13,458	,000
	Irritación en la piel	13,738	,000
	Sequedad en la piel	6,380	,000
	Problemas auditivos	13,564	,000
Dimensión Satisfacción	Considera tratamiento peligroso para la salud	6,428	,000
	Satisfacción con el agua de la piscina	6,570	,000

Tabla . Valores estadísticos y significación obtenida tras la prueba U de Mann-Withney. Comparativa usuarios y trabajadores

		Usuarios vs. Trabajadores	
Percepción de olor químico en la instalación	U de Mann-Whitney	93491,000	
	W de Wilcoxon	594992,000	
	Z	-4,534	
	Sig. asintót. (bilateral)	,000	
Incomodidad respecto al olor químico	U de Mann-Whitney	68565,500	
	W de Wilcoxon	570066,500	
	Z	-9,807	
	Sig. asintót. (bilateral)	,000	
Irritación de ojos dentro del agua	U de Mann-Whitney	83747,000	
	W de Wilcoxon	585248,000	
	Z	-6,600	
	Sig. asintót. (bilateral)	,000	
Problemas Respiratorios	U de Mann-Whitney	71517,000	
	W de Wilcoxon	573018,000	
	Z	-10,800	
	Sig. asintót. (bilateral)	,000	
Irritación de piel	U de Mann-Whitney	78723,000	
	W de Wilcoxon	580224,000	
	Z	-9,115	
	Sig. asintót. (bilateral)	,000	
Sequedad de piel	U de Mann-Whitney	90695,000	
	W de Wilcoxon	592196,000	
	Z	-5,136	

	Sig. asintót. (bilateral)	,000
Problemas auditivos	U de Mann-Whitney	101468,000
	W de Wilcoxon	602969,000
	Z	-3,398
	Sig. asintót. (bilateral)	,001
Considera Tratamiento peligroso para su salud	U de Mann-Whitney	74637,500
	W de Wilcoxon	576138,500
	Z	-8,466
	Sig. asintót. (bilateral)	,000
Satisfacción General con el agua de la piscina	U de Mann-Whitney	90317,000
	W de Wilcoxon	116882,000
	Z	-5,234
	Sig. asintót. (bilateral)	,000



### ANEXO VII Consentimiento Informado para Participantes del Estudio 3.



Yo, D/Dña \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ con DNI nº \_\_\_\_\_, con fecha  
 de nacimiento \_\_\_\_\_  
 teléfono nº \_\_\_\_\_, y correo electrónico  
 \_\_\_\_\_ doy mi consentimiento para  
 participar en el estudio "Oxidación de sustratos energéticos durante el ejercicio en  
 pacientes con lesión medular (LM): influencia de la obesidad" (nº expediente:  
 PPII11-0296-1863), como miembro **del grupo control** . En dicho estudio se  
 realizarán una prueba para la determinación de la grasa, músculo y el hueso que  
 está basada en los rayos X, una prueba de espirometría y una pequeña extracción  
 de sangre.

Si toma alguna medicación de forma continuada (alergia, asma...) indíquenos desde  
 cuando lo toma, la frecuencia diaria, y el nombre del medicamento.

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_.

Firmado, \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

### Molestias y riesgos

#### Obtención de muestras de sangre:

Para dicha extracción introduciremos una aguja hipodérmica en una vena de su  
 brazo. La probabilidad de producir una infección debida a la incisión será

minimizada desinfectando la piel previamente y utilizando materiales estériles de un solo uso. El riesgo de hematoma se minimizará aplicando durante 10 minutos presión en la incisión tras la retirada de la aguja. Las incisiones se realizarán en posición de tumbado y se mantendrá una estrecha vigilancia para detectar síntomas de respuesta vagal. Aun tomando todas estas medidas, existe la posibilidad de que se produzca un hematoma en la zona de incisión así como que usted tenga un desmayo.

Recuerde que siempre puede solicitar dejar de realizar las pruebas en el momento que usted lo desee y así lo solicite y que por tanto puede abandonar el estudio en cualquier momento y sin ningún perjuicio.

La información y datos recogidos en los diferentes cuestionarios realizados durante este estudio respetarán siempre lo establecido por la Ley Orgánica 15/1999 de Protección de Datos de Carácter Personal, y por tanto cualquier información obtenida de este estudio que pueda ser relacionada usted será confidencial, y sólo será hecha pública con su consentimiento expreso. Los resultados de este estudio pueden ser publicados en foros científicos (revistas y congresos), utilizando únicamente los datos agrupados.

Si tiene alguna duda o necesito más información sobre este estudio, puede contactar con Álvaro Fernández Luna, teléfono (925) 268800, Extensión 5544, móvil: 675012214 o en la dirección de correo [alvaro.fernandezluna@uclm.es](mailto:alvaro.fernandezluna@uclm.es)

**ANEXO VIII. Cuestionarios PRE-POST muestra de nadadores. Estudio 3.**

## CUESTIONARIO PRE

NOMBRE \_\_\_\_\_ COD:- \_\_\_\_\_

1. ¿Es fumador en la actualidad? SI ↑ NO ↑ Cant. Día: \_\_\_\_\_
2. ¿Ha sido fumador en el pasado? SI ↑ NO ↑  
Años siendo Fumador: \_\_\_\_\_ Cant. Día: \_\_\_\_\_ ¿Hace cuanto que lo dejó? \_\_\_\_\_
3. ¿Cuánto hace que asiste a piscinas cubiertas? (años, meses) \_\_\_\_\_ Días/semana \_\_\_\_\_
4. ¿Tiene algún tipo de enfermedad respiratoria? SI ↑ NO ↑  
En caso afirmativo indíquenos por favor cuál: \_\_\_\_\_
5. ¿Practica algún deporte regularmente además de la natación? SI ↑ NO ↑  
Nos puede indicar cual/es: \_\_\_\_\_ Horas/semana: \_\_\_\_\_
6. Indíquenos por favor la ultima fecha en la que asistió a la piscina cubierta: \_\_/\_\_/\_\_
7. Por favor valore si ha sufrido alguno de los siguientes problemas de salud en la semana o días previos a la prueba

	SI	NO
Bloqueo nasal		
Disnea/asma		
Bronquitis		
Pérdida de Voz		
Tos		
Irritación Garganta		
Respiración ruidosa		
Mucosidad en Vías Respiratorias		

## CUESTIONARIO POST

NOMBRE \_\_\_\_\_ COD:- \_\_\_\_\_

1. ¿Ha fumado en el periodo entre pruebas? SI ↑ NO ↑ Cant. Día: \_\_\_\_\_

2. ¿Has sufrido estos problemas de salud en la semana o días previos a la prueba?

	SI	NO
Bloqueo nasal		
Disnea/asma		
Bronquitis		
Pérdida de Voz		
Tos		
Irritación Garganta		
Respiración ruidosa		
Mucosidad en Vías Respiratorias		

3. Valore si has sufrido estos problemas en la piscina donde has entrenado este periodo.

	Nunca						Siempre
Escozor o quemazón en los ojos fuera del agua	1	2	3	4	5	6	7
Escozor o quemazón en los ojos dentro del agua (sin gafas)	1	2	3	4	5	6	7
Irritación en la piel (ronchas., picor, granitos)	1	2	3	4	5	6	7
Piel seca	1	2	3	4	5	6	7
Tos	1	2	3	4	5	6	7
Irritación Garganta	1	2	3	4	5	6	7
Respiración ruidosa (dificultad para respirar)	1	2	3	4	5	6	7
Infección Auditiva	1	2	3	4	5	6	7